

ABB ACS800:n ohjauksen ja käyttöliittymän suunnittelu Siemen-
sin TIA Portalilla

Henrikki Hoikka

Teollisuuden ja luonnonvarojen opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Insinööri (AMK)

KEMI 2014

ALKUSANAT

Haluan kiittää DI Matti Paasoa ohjaamisesta ja opastamisesta opinnäytetyön eri työvaiheissa. Kiitos kuuluu myös laboratorioinsinööri Jouko Alanivalle auttamisesta ja opastamisesta.

Kemissä 24.4.2014

Henrikki Hoikka

TIIVISTELMÄ

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisala

Koulutusohjelma:	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Henrikki Hoikka
Opinnäytetyön nimi:	ABB ACS800:n ohjauksen ja käyttöliittymän suunnittelu Siemensin TIA Portalilla
Sivuja (joista liitesivuja):	67 (18)
Päiväys:	24.4.2014
Opinnäytetyön ohjaaja:	DI Matti Paaso, Lapin AMK
<p>Opinnäytetyö tehtiin Lapin ammattikorkeakoulun Kemin kampuksen Vesiprosessilaboratorioon. Työn tavoitteena oli toteuttaa ohjausjärjestelmä Siemensin TIA Portalilla ABB:n ACS800 taajuusmuuttajalle Profibus-kenttäväylän kautta.</p> <p>Opinnäytetyön kirjallisen osan alkupuoli käsittelee tiloja, joihin työ tehtiin, sekä laitteita ja ohjelmia, joita tekemisessä käytettiin.</p> <p>Työn toinen osa keskittyy käsittelemään tapoja joilla työ ensimmäisessä puoliskossa esitellyillä työkaluilla tehtiin.</p> <p>Lopputuloksena saavutettiin tavoitteiden mukainen ja toimiva ohjausjärjestelmä käyttöliittymineen.</p>	
Asiasanat: automaatio, TIA Portal, s7-300, ABB ACS800, Profibus, Profinet	

ABSTRACT

LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, technology

Degree programme:	Electrical Engineering
Author:	Henrikki Hoikka
Thesis title:	Designing a User Interface and Controlling System for ABB ACS 800 Drive.
Pages (of which appendixes):	67 (18)
Date:	24.4.2014
Thesis instructors:	Matti Paaso, M.Sc. (Tech)
<p>This thesis was made for Lapland university of applied sciences. The goal of the thesis was to create control system for ABB ACS800 drive via Profibus, using Siemens TIA Portal.</p> <p>First half of the thesis introduces the facilities, components, devices and programs used during the project.</p> <p>Second half concentrates on, introducing the ways the thesis was made using the tools introduced in first half.</p> <p>Result of this thesis was a fully functioning control system and graphical user interface for the drive.</p>	
Keywords: automation, TIA Portal, s7-300, ABB-ACS 800, Profibus, Profinet	

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	2
TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	6
2 VESIPROSESSILABORATORIO.....	8
3 KÄYTETYT LAITTEET JA OHJELMAT	13
3.1 Siemens 314C-2 PN/DP	13
3.2 ABB ACS800	14
3.2.1 Rbpa-01 Profibus -moduuli.....	14
3.3 Siemensin TIA Portal	15
3.3.1 SIMATIC STEP 7 Professional	15
3.3.2 SIMATIC WinCC Advanced.....	15
3.4 Vertex G4Plant.....	15
4 TIEDONSIIRTO JA VÄYLÄT.....	17
4.1 Profibus.....	18
4.1.1 GSD.....	20
4.1.2 PPO	20
4.2 Profinet	23
5 PUUTAULUN SUUNNITTELU JA KOKOONPANO.....	25
6 TAAJUUSMUUTTAJAN PARAMETROINTI	28
7 OHJELMOINTI.....	31
7.1 Datablokki ja datansiirto.....	31
7.2 Tag-listat.....	34
7.3 Ohjaussanan siirtäminen datablokille	37
7.4 Esimerkki skaalauksesta.....	38
8 KÄYTTÖLIITTYMÄ.....	41
7 POHDINTA.....	47
LÄHTEET	48
LIITTEET.....	49

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ACT	Ohjearvo, Actual Value
CW	Ohjaussana, Control Word
FBD	Lohkokaavio, Function Block Diagram
FC	Toimintalohko, Functions
GSD	Yleinen laitekuvaus, General Station Description
HMI	Käyttöliittymä, Human-machine interface
LAD	Relekaavio, Ladder Diagram
PKW	Parametrin tunnistussana, Parameter-Kennung-Wert
PLC	Ohjelmoitava logiikka, Programmable Logic
PPO	Parametri-/Prosessidataobjekti, Parameter/Process data Object
PZD	Prosessidata, Prozessdaten
REF	Ohjesana, Reference Value
STL	Käskylista, Statement List
SW	Tilasana, Status Word

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö suoritettiin entisen Kemi-Tornion, nykyisen Lapin ammattikorkeakoulun, Kemin Tekniikan kampuksen vesiprosessilaboratorioon. Laboratorion tilat on remontoitu vuonna 2012, ja tästä syystä varsinaista logiikkaohjausta ei prosessille ole vielä saatu kokonaan valmiiksi.

Tässä työssä toteutettiin prosessissa sijaitsevan pumpun 1 ohjaus, ABB:n ACS800-taajuusmuuttajalla. Taajuusmuuttajaa ohjataan Siemensin 300-sarjan logiikalla, joka on yhteydessä taajuusmuuttajaan Profibus-väylän kautta. Taajuusmuuttaja toimii väylässä orjana, logiikka taas vastaavasti isäntänä.

Prosessin mielekästä ohjausta varten tarvittiin käyttöliittymä. Tämä toteutettiin yhdistämällä ohjelmointiinkin käytetty tietokone Profinet-verkolla PC-pääteasemaksi logiikkaan.

Käyttöliittymä ja ohjelma suunniteltiin Siemensin TIA Portalilla. TIA Portal on Siemensin integroitu automaatio suunnittelutyökalu.

2 VESIPROSESSILABORATORIO

Koulun vesiprosessilaboratorio on täysiverinen prosessiautomaation harjoitteluympäristö, jossa on 7 säiliötä. Säiliöt ovat kooltaan noin kuutiometristä noin kolmeen kuutiometriin. Prosessissa on myös lämmityspiiri jossa liikkuvaa vettä voidaan lämmittää, joko öljykattilalla, hakepolttimella tai aurinkoenergiaa hyödyntävällä lämmönkeräimellä. Myös veden jäähdyttäminen onnistuu puhallintoimisen jäähdytyspiirin avulla. Vesiprosessin PI-kaavio on liitteessä 1.



Kuva 1. Yleiskuvaa vesiprosessista

Kuvassa 1 etualalla näkyy tässä työssä käytetty pumppu 1 moottoreineen. Kuvassa näkyy myös se osuus putkituksesta, jota tässä opinnäytetyössä käytetään.



Kuva 2. Yleiskuvaa vesiprosessista



Kuva 3. Säiliö1

Kuvassa 3 näkyy tässä työssä käytetty säiliö. Säiliö 1 on prosessin varastosäiliö, johon vesi lasketaan koulun runkovesilinjasta ja josta veden voi pumpata muihin prosessin osiin. Koska työssä keskitytään enemmän pumppuun ja etenkin sen ohjaukseen, kierrätetään säiliöstä pumpattu vesi säiliöön takasin.



Kuva 4. Taajuusmuuttajat

Kuvassa 4 näkyvät rivissä prosessin taajuusmuuttajat. Taajuusmuuttajat vasemmalta oikealle lueteltuina: ABB ACS550, Vacon 100 flow, kaksi kappaletta Vacon nxs -muuttajia sekä tässä työssä käytetty ABB ACS800. Alunperin tarkoituksenani oli käyttää toisena oikealta sijaitsevaa Vacon 100 flow -muuttajaa, mutta tämä ei kuitenkaan onnistunut kahdesta syystä. Ensimmäinen syy oli se, että konepuolen opiskelijat tekivät omaa opinnäytetyötään liittyen muuttajan ohjaamaan pumppuun ja tästä syystä he jouduivat irrottamaan pumpun moottoreineen putkistosta. Pumpun pyörittäminen ei siis ollut mahdollista. Myös taajuusmuuttajan väyläliityntämahdollisuudet olivat puutteelliset, sillä Profibus-kortti puuttui kokonaan, eikä Profinet-ajureita taajuusmuuttajaan ollut asennettu. Koska työssä käytettiin Siemensin ohjelmoitavaa logiikkaa, oli Siemensin ensisijaisesti tukemien väylien liittämismahdollisuuksien puutuminen jo yksistään riittävän suuri syy taajuusmuuttajan vaihtamiseen.

Pumpulla 1, jota lopulta valittu ABB ACS800-taajuusmuuttaja ohjaa, pystyttiin kuitenkin toteuttamaan samanlainen kierto avaamalla ja sulkemalla käsiventtiileitä sekä avaamalla yksi säätöventtiili putkistosta.



Kuva 5. Säästöventtiili FV-012

Kuvassa 5 on paineilmatoiminen säästöventtiili, jonka avaamista halutunlaisen kierron aikaansaaminen edellytti.



Kuva 6. Beamexin kalibrointikapula

Koska johdotus luokassa olevalle logiikalle ei ole valmis, avattiin venttiili syöttämällä Beamexin kalibraattorilla 20mA:n virtaviestiä säästöventtiilille. Tämä tapahtui kuvassa 1 auki olevan Jk-3:n riviliittimien kautta, jonne säästöventtiili oli johdotettu.

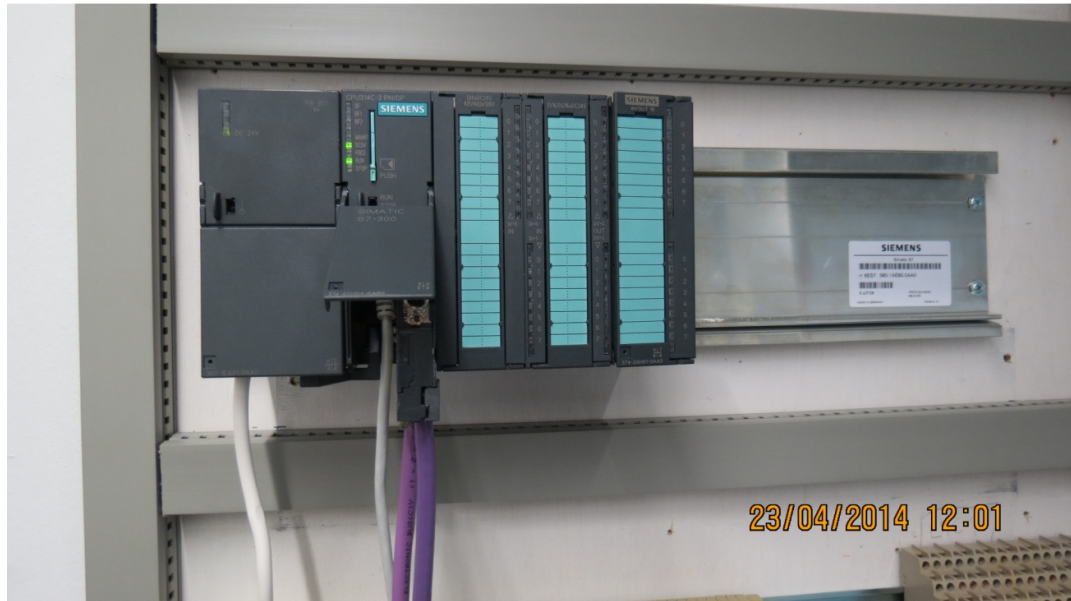


Kuva 7. Pumppu 1 ja sitä pyörittävä moottori

Kuvassa 7 on työssä käytetty Strömbergin valmistama 2.2kW:n oikosulkumoottori. Moottorin maksimipyörimisnopeus on 1410 rpm. Kuvassa näkyy myös Ahlströmin valmistama pumppu. Se kykenee liikuttamaan lävitseen kaksi litraa vettä sekunnissa, sekä kestää maksimissaan 1410 rpm:n pyörimisnopeutta.

3 KÄYTETYT LAITTEET JA OHJELMAT

3.1 Siemens 314C-2 PN/DP



Kuva 8. 314C-2 PN/DP

Työssä käytettiin Siemensin 300-sarjaan kuuluvaa 314C-2 PN/DP CPU-yksikköä. Yksikössä on integroituna 24 digitaalista -sisääntuloa, 16 digitaalista -ulostuloa, 4 analogista -sisääntuloa, 2 analogista -ulostuloa ja 1 pt100 -sisääntulo. CPU-yksikössä on 2 ethernet-porttia ja yksi MPI/DP portti, joka kykenee 12 MBps:n nopeuteen. Laitteessa on myös integroitu 24V:n DC-jännitelähde. Yksikkö vaatii toimiakseen etupaneeliin liitetävän muistikortin. (Siemens industry mall 2014, hakupäivä 15.4.2014.)

3.2 ABB ACS800



Kuva 9. ABB ACS800

Työssä käytetty taajuusmuuttaja on ABB:n valmistama ACS800-01 (kuva 9). Taajuusmuuttajalla pystyy ohjaamaan moottoreita aina 0,55 kilowatista 200 kilowattiin asti. Kotelointiluokka on IP 21 ja malli on suunniteltu seinälle asennettavaksi. Mallissa on laajennettava ja ohjelmoitava I/O, jonka tulot on galvaanisesti erotettu sekä kolme sisäistä I/O- ja kenttäväylälaajennuspaikkaa. Ohjauspaneelin valikot on saatavilla useilla kielillä (ABB ACS 800 manuaali 2009, hakupäivä 15.4.2014.)

3.2.1 Rbpa-01 Profibus -moduuli

Jotta taajuusmuuttaja saadaan liitettyä Profibus-väylään, tulee taajuusmuuttajan kenttäväylälaajennuspaikkaan asentaa tämän mahdollistava lisäkortti. Muuttajaan oli valmiiksi asennettu Rbpa-01 Profibus -moduuli, joka mahdollistaa versioiden 0 ja 1 PROFIBUS DP -väylien käyttämisen (DP-v0 ja DP-v1). Kenttäväyläliityntä korttiin tapahtuu RS485-sarjaväyläliitynnän avulla. Kortilla voidaan myös suorittaa PROFIBUS -väylän vaatima terminointi siihen liitettyllä päätevastuskytkimellä. Kortissa on myös kytkimet, joiden avulla laitteen Profibus-osoite voidaan halutessa lukita mekaanisesti. (Rbpa-01 manuaali 2005, hakupäivä 15.4.2014.)

3.3 Siemensin TIA Portal

TIA Portal on Siemensin uusi integroitu automaatio suunnittelutyökalu, joka yhdistää aikaisemmin erillisesti käytettyjen Step 7 -logiikkaohjelmoinnin ja WinCC -käyttöliittymäsuunnittelun ominaisuudet yhden työkalun alle. Lyhenne TIA tulee sanoista Totally Integrated Automation. (Siemensin www-sivut 2014, hakupäivä 15.4.2014.)

Koulun koneille asennetun TIA Portalin versio oli v11 sp2. Ohjelmasta oli ilmestynyt opinnäytetyön tekohetkellä kaksi uudempaa versiota (v12 ja v13).

3.3.1 SIMATIC STEP 7 Professional

SIMATIC STEP 7 -ohjelman Professional-versiolla voi ohjelmoida S7-300/400/1200/1500 ja WinAC-sarjojen logiikoita. Vanhempiin S7-ohjelmointityökaluihin verrattuna uusi TIA Portaliin integroitu versio mahdollistaa Valokuvamaisen rauta konfiguroinnin sekä drag/drop ominaisuuden STEP 7- ja WinCC ohjelmistojen välillä. (Siemensin www-sivut 2014, hakupäivä 15.4.2014.)

3.3.2 SIMATIC WinCC Advanced

SIMATIC WinCC -ohjelman Advanced-versio mahdollistaa kaikkien SIMATIC paneelien ohjelmoinnin. Versiolla pystyy myös luoman käyttöliittymän PC-pohjaiseen yksittäispäätteeseen. (Siemensin www-sivut 2014, hakupäivä 15.4.2014.)

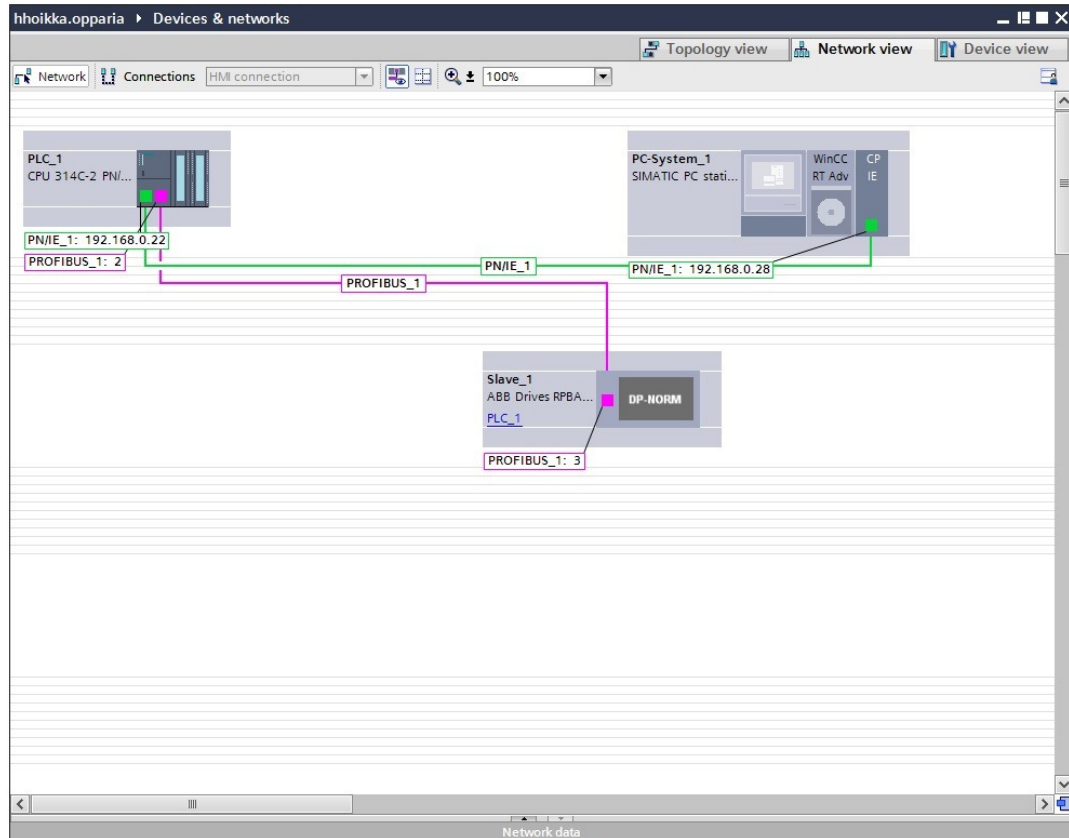
3.4 Vertex G4Plant

Vertex G4Plant on uuden sukupolven 3D-suunnitteluohjelmisto. Ohjelmalla suunnitellut mallit voidaan tallentaa useissa eri 3D- ja 2D-formaateissa. Ohjelmalla tehtyihin projektiin liittyviin Vertex-tiedostoihin on reaaliaikainen pääsy kaikilla projektiin osallistuvilla. Tämä mahdollistaa dynaamisen työskentelyn, sillä työtovereiden projektin

dokumentteihin tekemät muutokset voi itse tarkastaa omalta työasemaltaan reaaliaikaisesti. (Vertexin [www-sivut](#) 2014, hakupäivä 15.4.2014.

4 TIEDONSIIRTO JA VÄYLÄT

Työssä ohjelmointi-PC:n /PC-pääteaseman ja ohjelmoitavan logiikan välillä käytettiin Profinet teollisuus-ethernet verkkoa. Taajuusmuuttajan ja ohjelmoitavan logiikan välillä käytettiin Profibus-väylää:



Kuva 10. TIA Portalin Network view

Kuvassa 10 lilalla värillä näkyy Profibus-väylä. Väylän aliverkkonimi on PROFIBUS_1 ja väylä toimii 1,5 MBps:n nopeudella. Vihreällä vastaavasti näkyy Profinet-verkko. Verkon aliverkkonimi on PN/IE_1 (PROFINET/Industrial Ethernet). Myös kokoonpanon Profibus- ja IP-osoitteet näkyvät kuvassa. Isäntänä väylässä toimivan PLC:n Profibus-osoite on 2 ja orjana toimivan taajuusmuuttajan osoite 3. PLC:n IP-osoite on 192.168.0.22 ja ohjelmointi-PC:n /PC-pääteaseman IP-osoite on 192.168.0.28

4.1 Profibus

Profibus on avoin toimittajasta riippumaton kenttäväylästandardi. Tuoteperhe koostuu kolmesta keskenään yhteensopivasta versiosta. Näistä yleisin ja tässäkin työssä käytetty PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals), PROFIBUS PA (Process Automation) ja PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Specification). (Vacon profibus dp-optiokortin manuaali 2014, hakupäivä 15.4.2014.)

Selite	SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DSAP	SSAP	DU		FCS	ED
Pituus	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	tavu	vaihtelee	tavu	tavu

SD = Start Delimiter, alkuerotin

LE = Length, siirrettävän datan pituus

LEr = Length repetition, siirrettävän datan pituus toistettuna

DA = Destination Address, kohteen osoite

SA = Source Address, lähettäjän osoite

FC = Function Code, funktio-koodi

DSAP = Destination Service Access Point, kohteen portti

SSAP = Source Service Access Point, lähettäjän portti

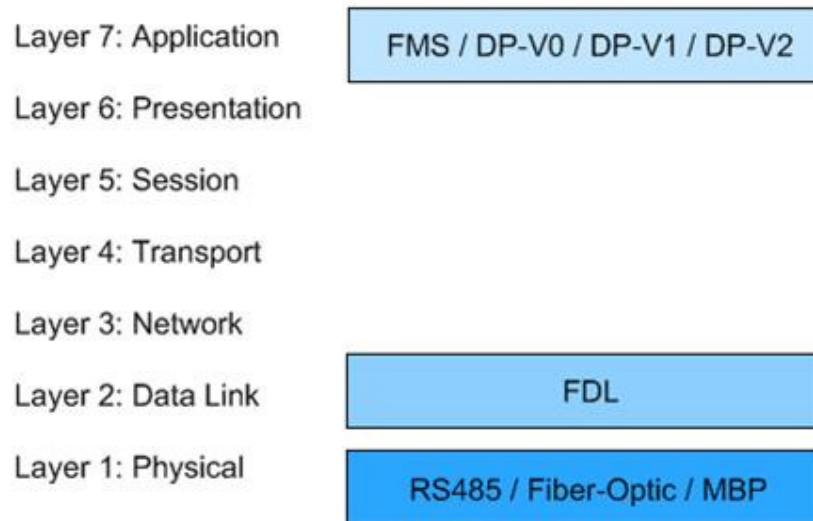
DU = Data Unit, Datakenttä (hyötydata)

FCS = Frame Checking Sequence, kehyksen tarkistussekvenssi

ED = End Delimiter, loppuerotin

Kuva 11. Profibus-väylän sanomakehysrakenne (Mustonen 2011)

Profibus-väylän tiedonsiirtoviestit on määritelty standardissa IEC 6158. Kiinteä data on standardin mukaan kahdeksan tavua pitkä ja siirrettävä hyötydata 1 - 246 tavua pitkä. Kuvassa 11 näkyy viestissä siirtyvien tavujen lukumäärä. Fyysinen tiedonsiirto vaatii aloitusbitin, jo mainitut kahdeksan databittiä, pariteettibitin ja lopetusbitin. Kaiken kaikkiaan fyysinen tiedonsiirto vaatii 11 bittiä. (Mustonen 2011.)



Kuva 12. Profibus-väylän käyttämät OSI-mallin kerrokset (Real time automationin www-sivut 2009, hakupäivä 15.4.2014.)

Profibus-väylän protokollarakenne perustuu OSI-malliin. Väylä käyttää mallin ensimmäistä, toista ja seitsemättä kerrosta. Ensimmäiselle eli fyysiselle kerrokselle sijoittuu väylän siirto- ja liitinteknologia (esimerkiksi rs485). Toinen kerros eli datalinkkikerros kattaa FDL:n (fieldbus Data Link). Sovelluskerrokselle sijoittuvat versiosta riippuen erilaiset viesteistä huolehtivat sovellukset. Profibus-väylä ei käytä kerroksia 3 - 6. (Real time automationin www-sivut 2009, hakupäivä 15.4.2014.)

Työssä käytetyn PROFIBUS DP:n osalta sovelluskerros voi koostua joko, DP v0, DP v1 tai DP v2 tyyppisestä viestin siirrosta. Näistä DB v0 on vanhin ja alkukantaisin versio. Se tukee orjan ja isännän välistä syklistä tiedonsiirtoa. DB v1 versiolla onnistuu vanhojen ominaisuuksien lisäksi myös asyklinen tiedonsiirto, mikä taas mahdollistaa laitteiden parametroidin ja kalibroinnin ajon aikana. DB v2 on versioista uusin ja monipuolisin. Se tukee aiempien ominaisuuksien lisäksi muun muassa orjien välistä kommunikointia mikä nopeuttaa väylän toimintaa. (Mustonen 2011.)

Tässä työssä on käytetty DB v1 -tyyppistä tiedonsiirtoa.

4.1.1 GSD

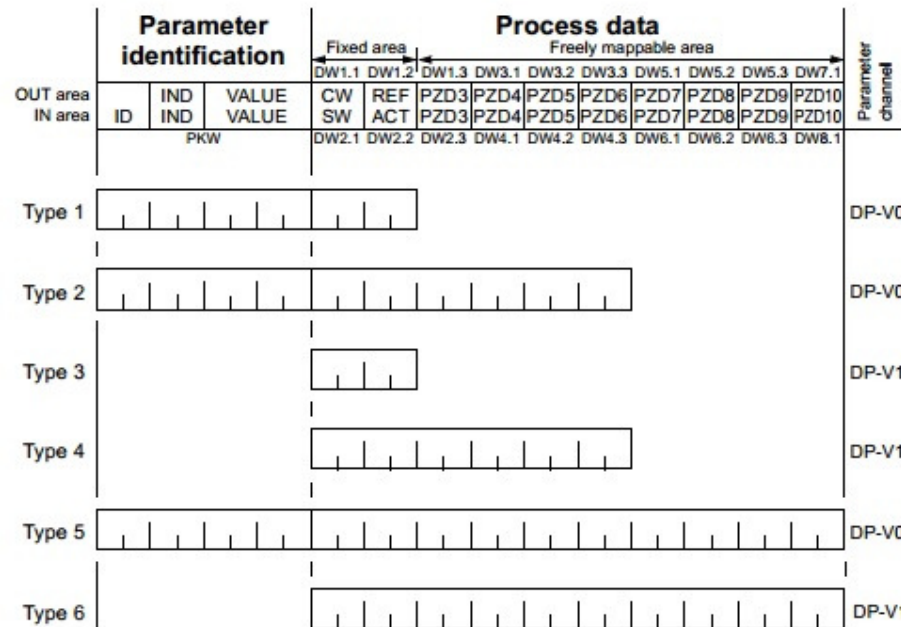
Profibus-yhteensopivat laitteet poikkeavat toisistaan. Tästä syystä on kehitetty GSD (General Station Description) -tiedostotyyppi. GSD-tiedostot on kirjoitettu XML-formaatilla ja ne sisältävät kaiken tiedon, mitä kommunikointi kyseisen laitteen kanssa vaatii. Yleensä laitetoimittaja toimittaa tiedoston laitteen yhteydessä, mutta käytännössä kaikkien laitteiden GSD-tiedostot löytyvät myös laitevalmistajien Internet-sivuilta. (Profibusin www-sivut 2013, hakupäivä 15.4.2014.)

Tiedostoa valitessa tulee olla tarkkana, sillä taajuusmuuttajiin on yleensä olemassa useita erilaisia Profibus-lisäkortteja. Myös eri DB-versiot vaativat eri GSD-tiedoston. Tässä opinnäytetyössä Siemensin TIA Portaliin asennettiin Rpba 01 Profibus-moduulin DB v1 GSD-tiedosto. Tiedosto on ladattavissa ABB:n Internet-sivuilla nimellä abb10812.gsd.

4.1.2 PPO

PPO (Parameter Process data Object) on Profibus-väylään kytkettyjen taajuusmuuttajien ja ohjelmoitavien logiikoiden välinen viestintäprotokolla. PPO-viestissä tyypistä riippuen siirretään 4 - 10 PZD (prosessidata) -sanaa sekä logiikalta taajuusmuuttajalle että taajuusmuuttajalta logiikalle. Joillakin PPO-tyypeillä siirretään lisäksi 8 PKW (parametrinvaihto- ja valvontasana) -sanaa. PKW-sanojen siirtäminen onnistuu vain syklisesti, kun taas PZD-sanat siirtyvät sekä syklisesti että asyklisesti. (GE-industrialin www-sivut 2006, hakupäivä 15.4.2014.)

PPO message types



Kuva 13. Rpba 01:n tukemat PPO-tyypit (Rbpa-01 manuaali 2005, hakupäivä 15.4.2014.)

Kuvassa 13 on esitetty erilaisia PPO-tyyppejä. Kuvasta voi hahmottaa, että tyypit, 3, 4 ja 6 koostuvat pelkästään PZD-tyyppisistä sanoista eivätkä tästä syystä edellytä lainkaan syklisiä tiedonsiirtoa. (GE-industrialin www-sivut 2006, hakupäivä 15.4.2014.)

PKW :n sana-alue koostuu seuraavanlaisista sanoista:

- Kaksi sanaa pitkän ID-alueen ensimmäisellä sanalla määritellään, luetaanko vai kirjoitetaanko ja missä muodossa tämä tehdään. Tämä sana liikkuu vain taajuusmuuttajalle päin. Toisella sanalla määritellään, mihin parametriryhmään halutaan päästä käsiksi.
- Kaksi sanaa pitkällä IND-alueella määritellään, mihin parametriin ID alueella määritellyssä parametriryhmässä halutaan päästä käsiksi .
- Neljä sanaa pitkällä VALUE-alueella luetaan tai kirjoitetaan ID- ja IND-alueella määritetyn parametrin arvo ID-alueen ensimmäisen sanan määrittämässä muodossa. (Rbpa-01 manuaali 2005, hakupäivä 15.4.2014.)

PZD:n sana-alue koostuu seuraavanlaisista sanoista:

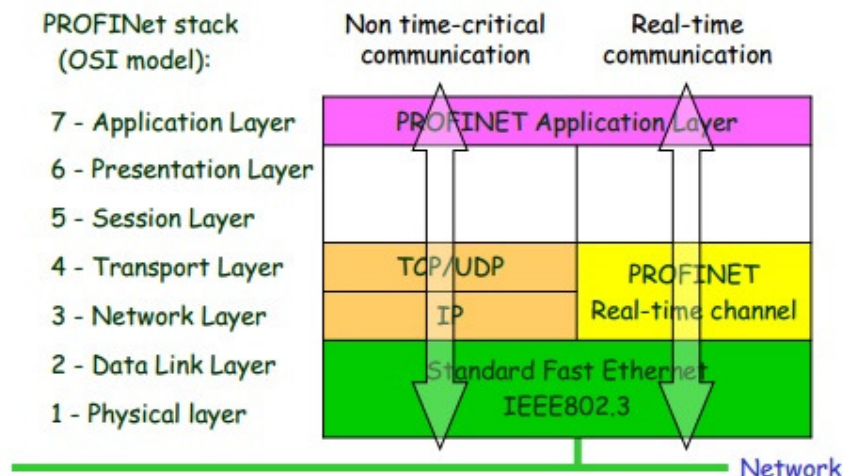
- Kaksi sanaa pitkällä CW-alueella annetaan ohjaussana taajuusmuuttajalle.
- Kaksi sanaa pitkällä SW-alueella vastaanotetaan tilatieto taajuusmuuttajalta.
- Kaksi sanaa pitkällä REF-alueella annetaan ohjearvo taajuusmuuttajalle.
- Kaksi sanaa pitkällä ACT-alueella vastaanotetaan oloarvo taajuusmuuttajalta.
- Maksimissaan kahdeksan vapaasti määriteltävän PZD-sanan toiminnot määritellään taajuusmuuttajan parametreista. (Rbpa-01 manuaali 2005, hakupäivä 15.4.2014.)

Vaikka valitaan PPO6-tyypin tiedonsiirto, ei taajuusmuuttajaa tarvitse parametroida lähettämään, eikä vastaanottamaan vapaasti määritettävälle PZD-alueelle mitään: "tyhjät" sanat pitää tässä tapauksessa ja tästä huolimatta kuitenkin siirtää molempiin suuntiin. Sen sijaan jos valitsee PPO-tyypiksi esimerkiksi tyypin 1 eikä siirrä PKW-alueen dataa kumpaankaan suuntaan, ei toiminta häiriinny ainakaan DB v1:llä, jolla tätäkin kokeiltiin.

4.2 Profinet

Profinet on nimensä mukaisesti ethernet-teknologiaan perustuva teollisuus-ethernetverkko. Profinet-verkko käyttää perinteisiä verkkokomponentteja, kuten verkkokortteja ja kytkimiä muodostamaan verkon, jossa yhteydet ja datansiirto hoidetaan ohjelmoitavien logiikoiden ja muiden automaatiolaitteiden välillä.

Profinet jakautuu kahteen erilliseen standardiin Profinet IO:hon, jota tässä työssä käytettiin ja Profinet CBA:han (Component Based Automation). Näistä jälkimmäistä käytetään komponenttipohjaisten hajautettujen automaatiojärjestelmien toteuttamiseen. Karkeasti sanottuna CBA-tyyppisessä Profinet:ssä automaatiojärjestelmä muodostuu erilaisista komponenteista, jotka laajuudeltaan vaihtelevat kokonaisista tuotantolinjoista yksittäisiin mittauksiin. Koska tässä työssä ei käytetty Profinet CBA:ta, ei ole syytä avata aihetta enempää, jatkossa puhuttaessa Profinet:sta viitataan Profinet IO:hon (Real time automationin [www-sivut 2009](#), hakupäivä 15.4.2014.)



Kuva 14. Profinet:n käyttämät OSI-mallin kerrokset (Profibusin [www-sivut 2013](#), hakupäivä 15.4.2014.)

Myös Profinet käyttää OSI-mallin mukaisesti jaoteltua protokollarakennetta. Siinä missä Profibus käytti kerroksia 1, 2 ja 7. Käyttää Profinet näiden lisäksi myös kerroksia 4 ja 3. (Profibusin [www-sivut 2013](#). Hakupäivä 15.4.2014.)

Profinet käyttää kolmea eri yhdyskäytävää datan vaihtoon ohjelmoitavien logiikoiden ja muiden laitteiden kanssa seuraavasti:

- TCP/IP-kanavaa käytetään paramaterointiin, konfigurointiin ja asykilisiin luku- ja kirjoitusoperaatioihin.
- RT (Real Time) -kanavaa käytetään syklisen datan ja hälytyksien siirtämiseen reaaliaikaisesti. RT-kanavan viestit ovat prioriteetiltaan korkeampia kuin TCP/IP kanavan viestit.
- IRT (Isochronous Real Time) -kanava on nopein ja korkeimman prioriteetin omaava kanava. Kanavaa käytetään pääasiassa robotiikassa. IRT-viestit kulkevat sille varatulla "ohituskaistalla". (Real time automationin [www-sivut](#) 2009, hakupäivä 15.4.2014.)

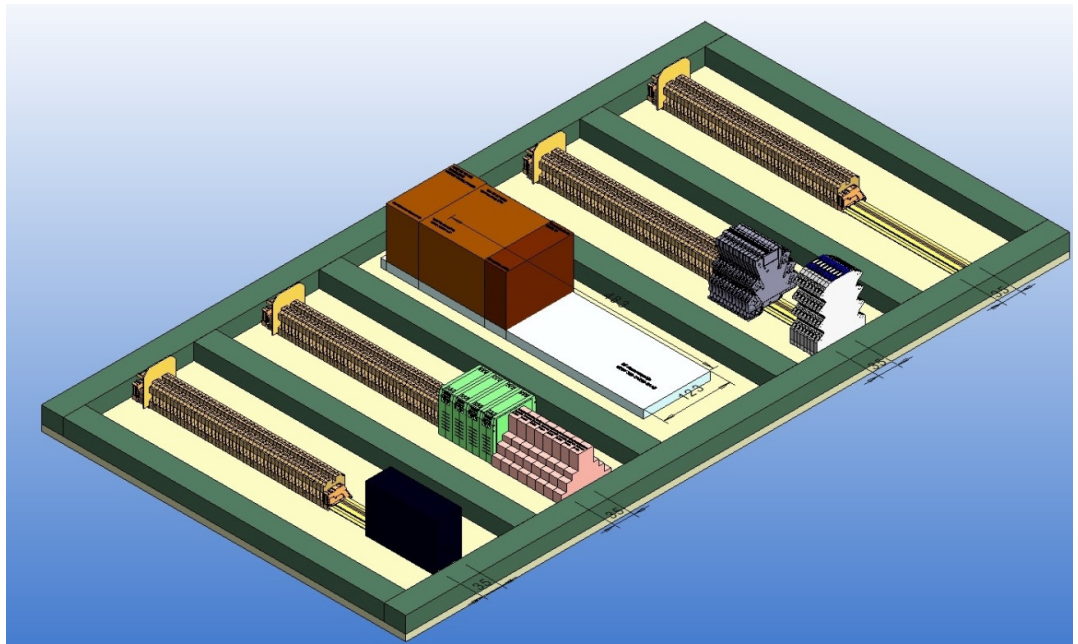
Koska Profinet perustuu ethernetiin, on jokaisella Profinet-verkossa toimivalla laitteella oma IP-osoite. Saman aliverkon laitteiden IP-osoitteiden kolme ensimmäistä kenttää ovat identtiset. Esimerkkinä kuvassa 10 ohjelmointi PC:n /PC-pääteaseman IP-osoite on 192.168.0.28 ja ohjelmoitavan logiikan osoite 192.168.0.22. Jos haluttaisiin lisätä työn PN/IE_1 aliverkkoon uusi laite tulisi IP-osoitteen olla muotoa: 192.168.0.XXX.

5 PUUTAULUN SUUNNITTELU JA KOKOONPANO

Opinnäytetyön ensimmäinen työvaihe oli rakentaa valmiiksi Vertex G4Plantilla suunnitellun mallin pohjalta puutaulu. Puutaulun malli on yleinen, eli luokkaan on suunniteltu laitettavan useampia samalta pohjalta rakennettuja puutauluja, joissa vain johdotus, riviliitinkomponentit (esimerkiksi releet ja muuntimet) ja Siemensin lisäkorttien määrät vaihtelevat. Kun puutaulun teko aloitettiin, huomattiin kuitenkin, että sen johdotuskourut oli piirretty väärin mittoihin. Tämä johti siihen että, jokaisen komponentin paikkaa piti valmiissa suunnitelmassa muuttaa. Käytännössä siis koko piirustus meni uusiksi.

Kun aloitin piirtämisen, en ollut ennen käyttänyt Vertex G4Plantia, tosin muita Vertex-ohjelmia (PI ja ED) olin käyttänyt, joten täysin tyhjältä pohjalta ei suunnittelua tarvinnut aloittaa.

Piirtäminen sujuikin perustoimintojen opetteluun jälkeen joutuisasti, lukuun ottamatta sitä, että tämän kokoista 3D-mallia muokattaessa Vertex-pääteasemalla on isojen komponenttien liikuttelu todella hidasta. Tämä luultavasti johtui siitä, että Vertex sijaitsee erillisellä palvelimella johon pääteasemat ovat yhteydessä asiakasperiaatteella. Tosin on mahdollista, että palvelin jolla Vertex-ohjelmisto sijaitsee, on parhaat päivänsä nähnyt. Uusimalla palvelimen komponentit uudempiin, ongelma luultavammin ratkeaisi, tai ainakin lievenisi.



Kuva 15. 3D-malli

Kun malli (kuva 15) oli saatu valmiiksi aloitettiin varsinainen puutaulun rakentaminen, liitteessä 2 olevan 2D-mittakuvan ja osaluettelon perusteella. Liitteen 2 kuva on käännetty suoraan kuvassa 15 esiintyvstä 3D-mallista. Vertex muodostaa osaluettelon ja 2D-mallikuvan automaattisesti, vain osien numerointi ja tarkemmat mitat pitää lisätä 3D-mallista käännettyyn kuvaan.

Ensimmäiseksi tehtiin kartoitus siitä, mitä osia varastossa on ja mitä ei. Kaikki tämän opinnäytetyön kannalta oleelliset osat löytyivät koulun varastosta. Puutumaan jäivät vain osaluettelossa numeroilla 2 ja 4 olevat komponentit. Tosin myöskään numerolla 1 olevia muuntimia eikä numerolla 3 merkittyä virtalähdettä kiinnitetty valmiiseen tauluun.



Kuva 16. Valmis puutaulu

6 TAAJUUSMUUTTAJAN PARAMETROINTI

Jotta taajuusmuuttaja toimisi halutulla tavalla, täytyy sen parametrit muuttaa käyttötavan mukaisiksi. Koska taajuusmuuttajalla oli ennen opinnäytetyön aloittamista käytetty sen riviliittimien kautta samaa pumppua ja moottoria, ei työtä tehdessä täytynyt muuttaa moottoriin ja sähkönsyöttöön liittyviä parametreja. Nämä parametrit ovat parametri-ryhmässä 99.

ABB ACS800 parametrit muodostuvat seuraavalla tavalla: XX.YY

Tässä X-kirjaimien tilalle tulee parametriryhmän numero, joka voi olla väliltä 0 - 99. Y-kirjaimien paikalle taas tulee parametriryhmän alaindeksin numero, joka myös voi olla väliltä 0 - 99.

Parametrinumeroiden takaa löytyvien parametrien merkitykset on tarkastettavissa taajuusmuuttajan manuaalista, joka on pdf-muodossa ABB:n Internet-sivuilla.

Toivotunlaisen toiminnan aikaansaamiseksi, seuraavat parametrit tuli muuttaa seuraavanlaisiksi: (Listassa vasemmalla parametrinnumero, "=" -merkin jälkeen parametrin nimi ja oikealla arvo, joka parametriin määritettiin)

- 10.01 = ulkoisen ohjauspaikan 1 start/stop-lähde comm.cw
- 10.02 = ulkoisen ohjauspaikan 2 start/stop-lähde comm.cw
- 11.02 = ulkoisen ohjauspaikan valinta1/2 comm.cw
- 11.03 = nopeuden ohjearvon lähde comm.ref
- 16.01 = käynnistykseenestesignaalin lähde comm.cw
- 16.04 = viankuittaussignaalin lähde comm.cw
- 98.02 = parametriryhmän 51 aktivointi fieldbus
- 98.07 = tiedonsiirtoprofiilin valinta ABB drives
- 51.21 = Profibus-version valinta 1
- 51.27 = parametriryhmän 51 muutosten päivitys refresh.

Listassa viimeisenä olevalla parametrilla päivitetään kenttäväylään liittyvien, parametri-ryhmässä 51 sijaitsevien parametrien tila.

Päivityksen jälkeen uudet parametrit tulevat voimaan. Päivityksen jälkeen, lukee tämän parametrin kohdalla: "DONE".

Kun edellä olevat parametrit on vaihdettu esitetynlaisiksi, tunnistaa taajuusmuuttaja seuraavanlaisia Profibus-väylään liittyviä parametreja automaattisesti: (Listassa vasemmalla parametrin numero, "=" -merkin jälkeen parametrin nimi ja oikealla arvo, joka parametriin määrittyi.)

- 51.01 = kenttäväylämoduulin tyyppi PROFIBUS DP
- 51.02 = Profibus-osoite 3
- 51.03 = Profibus-verkon nopeus baudia/s 1500
- 51.04 = PPO-tyyppi PPO6.

Parametri numero 51.02, jossa näkyy taajuusmuuttajan Profibus-osoite, voidaan muuttaa joko manuaalisesti pyörittämällä Profibus-lisäkortista löytyviä kytkimiä. Vaihtoehtoisesti muutos tehdään asettamalla molemmat kytkimet asentoon 0, jolloin isäntä määrittää osoitteen.

Mikäli halutaan siirtää PZD-alueella muutakin dataa, (ks. s.20) kuin suppeimmat kaksi ensimmäistä sanaa, tulee PPO6-tyypin tiedonsiirrossa erikseen määritellä PZD-alueen vapaasti määriteltävät sanat. Määrittely tapahtuu parametreilla 51.05 - 51.20. Myös näiden parametrien muutoksen jälkeen tulee parametriryhmän 51 muutokset päivittää parametrilla 51.27 aikaisemmin mainitulla tavalla.

PZD-alueen määrittely tapahtuu siten, että taajuusmuuttajan parametreihin syötetään ne parametrinumerot, joita PZD-sanoilla halutaan muokata tai valvoa. Huomioitavaa on, että joitain parametreja voi PZD-sanojen kautta ainoastaan joko muokata tai valvoa. Lisäksi joillekin parametreille ei voi tehdä kumpaakaan. Parametrit syötetään taajuusmuuttajalle seuraavassa muodossa: XXYY.

Tässä X on parametriryhmän numero ja Y parametriryhmän alanindeksi.

On hyvä myös tarkastaa taajuusmuuttajan manuaalista missä, muodossa taajuusmuuttaja minkäkin parametrin kohdalla kenttäväylän välityksellä kommunikoi, sillä tämä vaihtelee parametrikohteisesti.

Tämän työn kohdalla vapaasti määritettävälle PZD-alueelle on määritetty seuraavanlaiset parametrit: (Vasemmalla parametrinumero, "=" -merkin jälkeen parametrin nimi. Oikealla on parametrinumero, joka vasemmalla olevaan parametriin määritettiin, "=" merkin jälkeen määritellyn parametrin nimi.)

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| • 51.05 = PZD3 out | 2202 = kiihdytysaika1 |
| • 51.08 = PZD4 in | 103 = taajuus |
| • 51.07 = PZD4 out | 2203 = hidastusaika1 |
| • 51.10 = PZD5 in | 104 = virta |
| • 51.12 = PZD6 in | 105 = vääntö |
| • 51.14 = PZD7 in | 2202 = kiihdytysaika1 |
| • 51.16 = PZD8 in | 2203 = hidastusaika1. |

Sanat on nimetty ehkä hieman hassusti, sillä esimerkiksi PZD4 In, jossa kuljetetaan loogiikalle taajuuden oloarvo, kulkee sanassa, joka on nimetty inputiksi, vaikka parametrit määritellään taajuusmuuttajalle ja taajuusmuuttajasta päin katsottuna kyseessä on oikeasti output. Tämän systeemin suunnittelija on ilmeisesti ajatellut isännältä orjalle päin liikkuvan datan suunnan mukaan nimeämisen olevan loogisempi vaihtoehto. Voi kuitenkin olla, että nämä sanat olisi sekaannuksien välttämiseksi ollut viisain nimetä manuaaleihin ja valikkoihin tyyliin: luku 3, kirjoitus 3 ja niin edelleen.

7 OHJELMOINTI

Kaikki opinnäytetyön ohjelmat on tehty FBD (Function Block Diagram) -kielellä, TIA Portal tukee myös LAD (Ladder Diagram) ja STL (Statement list) -kielellä tehtyjä ohjelmia. Ohjelma on kokonaisuudessaan tallennettuna koulun palvelimella, tiedoston polku on: I:\3S2526 JA 3S1554 Sähkö- ja automaatio suunnittelu\hhoikka.opparia.v2

7.1 Datablokki ja datansiirto

hhoikka.opparia ▶ PLC_1 [CPU 314C-2 PN/DP] ▶ Program blocks ▶ Data_block_1 [DB1]

Data_block_1

	Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Visible in ...	Comment
1	▼ Static						
2	Ohjaus	Word	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Ohje	Word	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Pad3out	Word	4.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	pad4out	Word	6.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	pad5out	Word	8.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	pad6out	Word	10.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	pad7out	Word	12.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	pad8out	Word	14.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	pad9out	Word	16.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	pad10out	Word	18.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	▼ Tila	Struct	20.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Static_1	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Static_2	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Static_3	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Static_4	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Static_5	Bool	0.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Static_6	Bool	0.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Static_7	Bool	0.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Static_8	Bool	0.7	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Static_9	Bool	1.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Static_10	Bool	1.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Static_11	Bool	1.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Static_12	Bool	1.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Static_13	Bool	1.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Static_14	Bool	1.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Static_15	Bool	1.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Static_16	Bool	1.7	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	Olo	Word	22.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	Pad3in	Word	24.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	pad4in	Word	26.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	pad5in	Word	28.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	pad6in	Word	30.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	pad7in	Word	32.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	pad8in	Word	34.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	pad9in	Word	36.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	pad10in	Word	38.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Kuva 17. Datablokki

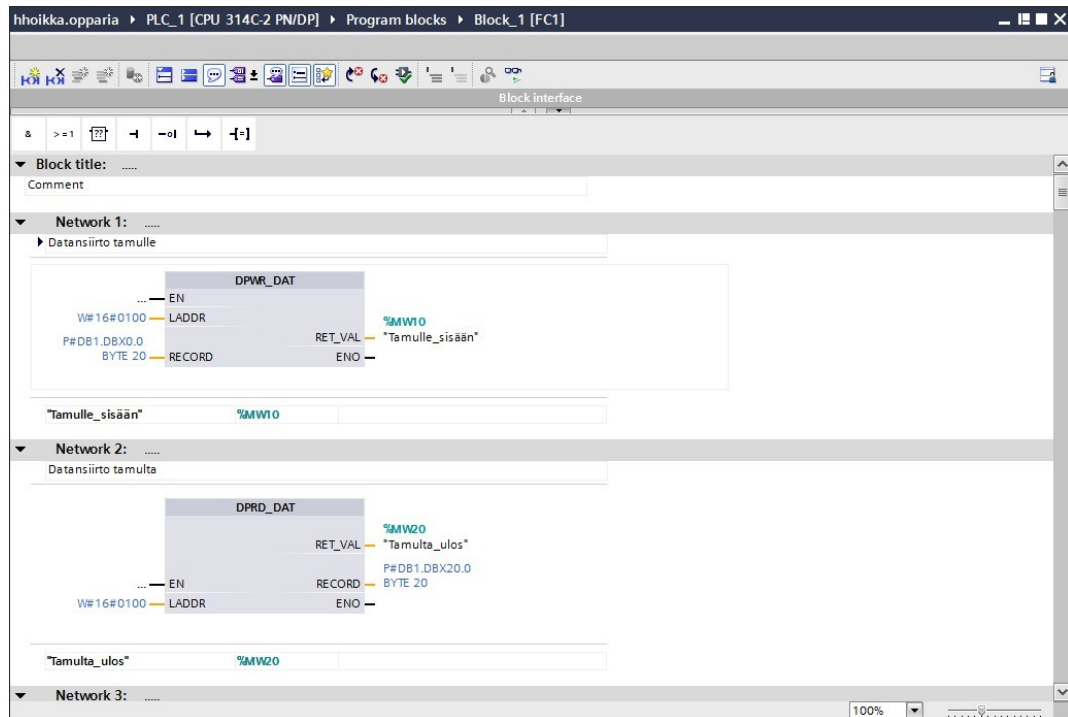
Kuvassa 17 on kuvankaappaus ohjelmassa käytetystä datablokista. Datablokki toimii eräänlaisena datan "välivarastona", johon data kootaan ennen sen käyttämistä ohjelmassa. Tarve tämänkaltaiselle blokille syntyy siitä, ettei FC (Functions) -tyyppiset blokit säilö mitään dataa välimuistiin, vaan nimensäkin mukaisesti toimivat vain ja ainoastaan

ohjelman suorittavana osana. Datablokin ensimmäiset 10 sanaa liikkuvat logiikalta taajuusmuuttajalle päin ja jälkimmäiset 10 taas vastaavasti taajuusmuuttajalta logiikalle päin. Jokainen sana koostuu kahdesta oktetin (8bittiä) mittaisesta tavusta. Jokaisessa sanassa on siten yhteensä 16 bittiä.

Kuvasta 17 on nähtävissä, että datablokissa on kaikki PPO6-tyypin tarvitsemat sanat. Kaksi ensimmäistä taajuusmuuttajalle päin liikkuvaa sanaa ovat ns. ennalta määrättyjä prosessidatasanoja: "ohjaussana" ja "ohjesana", loput 8 sanaa ovat PZD-alueen vapaasti määriteltäviä sanoja, joihin osaan edellisessä luvussa määriteltiin sisältöä. Myös toiseen suuntaan liikkuvista sanoista kaksi ensimmäistä ovat ennalta määritettyjä. Sana numero 11, "tilasana", ei käytännössä muodoltaan poikkea muista blokin sanoista muuten, kuin että sana on "särjetty" struct-toiminnolla erillisiksi biteiksi. Tällä tavoin voidaan datablokista käsin valvoa jokaisen yksittäisen bitin tilaa. Sama tosin onnistuu myös watchtable-ominaisuudella. Sana 12 on taajuusmuuttajan "oloarvosana" ja loput 8 taajuusmuuttajalta logiikalle päin liikkuvaa sanaa ovat PZD-alueen vapaasti määriteltäviä sanoja.

Ohjaus- ja tilasanan tarkempi bittikohtainen sisältö selviää liitteestä 3. Ohje- ja oloarvosanat ovat taajuusmuuttajan nopeuksia. Ensimmäisellä sanalla määritellään haluttu nopeus ja toisella sanalla seurataan aktuaalista nopeuden oloarvoa. Molemmat sanat voivat vaihdella välillä 0 h -4000 h, jossa 4000 h vastaa nopeinta mahdollista pyörimisnopeutta.

ABB:n taajuusmuuttajilla suunnanvaihto tapahtuu kääntämällä ohjesanan arvo negatiiviseksi, esimerkiksi -4000 h vastaa täydellä vauhdilla vastapäivään pyörimistä. Pyörimissuunnan kanssa kannattaa kuitenkin olla varovainen, sillä kaikki kuormat eivät toimi oikealla tavalla väärään suuntaan pyöriessä. Pahimmassa tapauksessa väärä pyörimissuunta saattaa aiheuttaa sekä tuhansien eurojen aineelliset että kymmenien miestyötuntien tappiot. Esimerkiksi tässä työssä käytettyä pumppua ei saa pyörittää väärään suuntaan, joten tätä ominaisuutta ei käytetä lainkaan.



Kuva 18. Datan kirjoitus- ja lukulohkot

Kuvassa 18 näkyvillä ohjelmalohkoilla kirjoitetaan ja luetaan dataa orjalle. Työssä orjana toimii ABB ACS800 -taajuusmuuttaja.

Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type	Order no.
Slave_1	0	0	2043*		ABB Drives RPBA-01	
PPO Type 6_1	0	1	256...275	256...275	PPO Type 6	
	0	2				

Kuva 19. Taajuusmuuttajan osoitteet

Kuvasta 19 selviää, että sekä sisään-, että ulostulo-osoitteet ovat väliltä 256-275.

Kuvassa 18 Network 1 -kentässä sijaitsevilla DPWR_DAT-lohkokolla siirretään FC-blokin datablokkiin kirjoittama data taajuusmuuttajalle. Lohkon LADDR-kenttään syötetään taajuusmuuttajan ensimmäisen sisääntulosanan osoite heksamuodossa (256 dec = 100 h). Lohkon RECORD-kenttään syötetään datablokin tarkka osoite ja se, mistä tavusta kirjoittaminen aloitetaan. Myös kirjoitettavien tavujen määrä tulee kirjoittaa kenttään. Kentässä lukee "P#DB1.DBX0.0 BYTE 20", jossa "DB1.DBX0.0" määrittää minkä datablokin mistäkin tavusta kirjoittaminen aloitetaan. "BYTE 20" rajoittaa kirjoitettavi-

en tavujen määrän kahteenkymmeneen. Yksinkertaisesti sanottuna lohko siis siirtää datablokin 10 ensimmäistä sanaa taajuusmuuttajan input osoitteisiin 256 - 275.

Kuvassa 17 alemassa Network 2 -kentässä sijaitseva DPRD_DAT-lohko puolestaan kirjoittaa datan taajuusmuuttajan output osoitteista 256 - 275 datablokin sanoihin 11 - 20. Lohkon kentät nimetään samalla logiikalla kuin ylempänä sijaitsevan DPWR_DAT-lohkonkin kentät nimetään. On hyvä huomata, että RECORD-kenttä on lähes identtinen. "P#DB1.DBX20.0 BYTE 20" ainoa ero on, että kirjoitus aloitetaan ensimmäisen tavun sijaan kahdennekymmenennestä tavusta, josta ensimmäinen taajuusmuuttajalta logiikalle päin liikkuva sana datablokissa alkaa.

Syy siihen, miksi työssä tiedonsiirto toteutetaan ylhäällä kuvatulla tavalla huomattavasti yksinkertaisempien move-lohkojen sijaan, on siinä, että toisin kuin monien muiden taajuusmuuttajien kohdalla, työssä käytetyn taajuusmuuttajan kenttäväylämoduuli vaatii sille syötetyltä datalta konsistenttisuutta. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että koko "datakehys" siirretään saman ohjelmasyklin aikana. Tästä syystä myös PZD-alueen sanat, joita ei käytetä, tulee siirtää taajuusmuuttajalle.

7.2 Tag-listat

TIA Portaalissa ohjelman muuttujat kootaan tag-listoihin. Jokaisella PLC-yksiköllä on omat tag-listat, joiden kautta muuttujiin pääsee käsiksi. Käyttäjä voi itse luoda useampia tag-listoja vaikkapa siitä syystä, että suurissa ohjelmissa tagien määrä voi kasvaa suureksi, eikä yhdellä tag-listalla tavoiteta haluttua selkeyttä. Tämä projekti on mittakaavaltaan vielä kohtuullisen pieni, joten yhdellä tag-listalla selvityy vielä mainiosti.

Myös HMI-laitteilla on omat tag-listansa. HMI-laitteiden tag-listat koostuvat laitteiden sisäisistä tageista, sekä tageista joilla on vastaava muuttuja PLC-yksikön tag-listassa.

hhoikka.opparia.v2 ▸ PLC_1 [CPU 314C-2 PN/DP] ▸ PLC tags ▸ Default tag table [42]

Tags User constants System constants

Default tag table

	Name	Data type	Address	Retain	Visible..	Acces...	Comment
1	Ohajusikkunapaalla	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	käy	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Käy_ilmaisoin_oikkunasa	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Vika	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Vika_ilmaisoin_oikkunassa	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Tamulle_sisään	Int	%MW10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Tamulta_ulos	Int	%MW20		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Käynnistä	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Kuittaa vika	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Reali arvo pumpulle	Real	%MD16		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	arvo liulta	Real	%MD22		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	dint_pumpulle	DInt	%MD28		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Pumpun_ohjearvo_näytöltä	Int	%MW30		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	nopeusnäytön_lukema	Real	%MD32		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Oloarvo_muunnettu	DInt	%MD36		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Oloarvo_realina	Real	%MD40		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Nopeusnäytön lukema_dint	Real	%MD44		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Käynti_valmis	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	sammuta	Bool	%M1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	vääntö	Int	%MW62		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	taajus	Real	%MD82		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	nousu	Int	%MW70		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	lasku	Int	%MW72		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	välivaihe_taajus	DInt	%MD74		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	välivaihe2taajus	Real	%MD78		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	ArvoNousu	Real	%MD88		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	ArvoLasku	Real	%MD136		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Virta dint	DInt	%MD100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	Virta realina	Real	%MD104		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	Virta skaalattuna	Real	%MD108		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	Nousuramppi dint	DInt	%MD112		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	Nousuramppi real	Real	%MD116		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	Nousuramppi skaalattuna	Real	%MD120		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	Laskuramppi dint	DInt	%MD124		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	laskuramppi real	Real	%MD128		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	Laskuramppi skaalattuna	Real	%MD132		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	arvonousu dint	DInt	%MD140		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
38	Arvonousu skaalattu	Real	%MD144		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
39	Arvonousun dintin 16lsb	Word	%MW142		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
40	Arvolasku skaalattu	Real	%MD148		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
41	arvolasku dint	DWord	%MD152		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
42	Arvolaskun dintin 16lsb	Word	%MW154		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Kuva 20. PLC:n Tag-lista

Kuvassa 20 on PLC-yksikön, tag-lista. Lista koostuu erilaisista muuttujista aina booleaan-tyyppisistä yhden bitin mittaisista muuttujista, kahden sanan mittaisiin double integer- ja reaaliuku-tyyppisiin muistisanamuuttujiin. Tagien osoitteita määrittäessä tulee olla tarkkana, ettei vahingossa anna osoitteita toisten tagien päälle. Käytännössä jokainen funktioblokissa esiintyvä muuttuja, joka ei ole yhteydessä datablokkiin on tag-listalla.

...l.opparia ▶ PC-System_1 [SIMATIC PC station] ▶ HMI_RT_1 [WinCC RT Advanced] ▶ HMI tags ▶ Default tag table [18]

Name	Tag table	Data type	PLC tag	Address
Arvoliulta	Default tag table	DInt	Arvo_liulta	%MD12
arvonlasku	Default tag table	Int	ArvoLasku	%MW90
arvonousu	Default tag table	Int	ArvoNousu	%MW88
infoikkuna	Default tag table	Bool	<Undefined>	
Käy	Default tag table	Bool	käy	%M0.2
Käy_ilmaisin_o.ikkunassa	Default tag table	Bool	"Käy_ilmaisin_o.ikkunassa"	%M0.3
käynnistä	Default tag table	Bool	Käynnistä	%M0.6
kuittaa vika	Default tag table	Bool	"Kuittaa vika"	%M0.7
lasku	Default tag table	Int	lasku	%MW72
nopeusnäytön lukema	Default tag table	Real	nopeusnäytön_lukema	%MD32
nousu	Default tag table	Int	nousu	%MW70
Ohjausikkuna	Default tag table	Bool	Ohjausikkunapaalla	%M0.1
Sammuta	Default tag table	Bool	sammuta	%M1.2
taajuus	Default tag table	Real	taajus	%MD82
vääntö	Default tag table	Int	vääntö	%MW62
Vika	Default tag table	Bool	Vika	%M0.4
Vika_ilmaisin_o.ikkunassa	Default tag table	Bool	"Vika_ilmaisin_o.ikkunassa"	%M0.5
virta	Default tag table	Int	virta	%MW68
<Add new>				

Discrete alarms | Analog alarms | Logging tags

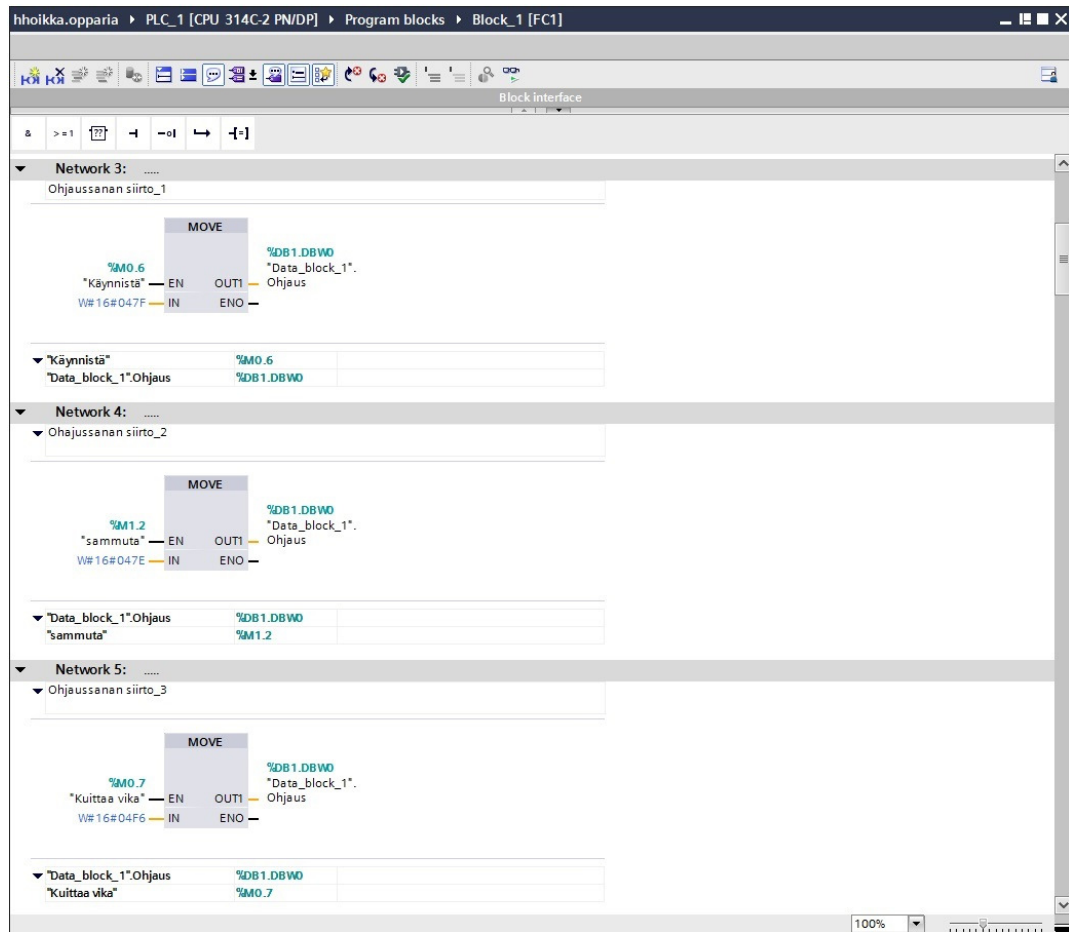
ID	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigger...	Trigger address	Acknowledg...	Ackno...	HMI acknowle...
----	------------	-------------	-------------	------------	-----------------	---------------	----------	-----------------

Kuva 21. WinCC PC-pääteaseman tag-lista

Kuvassa 21 on työn HMI-yksikön eli PC-pääteaseman tag-lista. Lukuun ottamatta sitä, että listassa näkyy myös PLC muuttujien ja HMI muuttujien väliset keskinäiset vastaavuudet, lista on hyvin samankaltainen kuin PLC-yksikön vastaava lista. Kaikilla listassa olevilla tageilla lukuun ottamatta "infoikkuna"-nimistä tagia, joka on HMI-yksikön ainoa sisäinen tag on pari PLC-yksikön tag-listassa. Tagista riippuen nämä tagiparit, joko siirtävät käyttöliittymänäkymään visuaalisesti havaittavaksi jonkin ohjelmassa tapahtuvan toiminnon tai vastaavasti siirtävät käyttöliittymässä tapahtuvan ohjauskäskyn tai muun toiminnon ohjelmaan, joka vuorostaan käsittelee saamansa tietoa siten, kuin se on ohjelmoitu siihen reagoimaan.

Esimerkiksi tag "käynnistä" muuttaa käynnistä-painiketta painettaessa PLC:n tag-listan vastaavan parinsa tilaksi "1". Funktioblokissa oleva ohjelma on tilan ollessa "1" ohjelmoitu lähettämään datablokkiin ohjaussanaksi sana, joka käynnistää pumpun. Vastaavasti pumpun käydessä PLC:n tag-listan tag "käy" saa HMI:n vastaavan tagin "käy" tilan muuttumaan tilaan "1". Tagin "käy" ollessa "1" tulee käyttöliittymänäkymän ohjaussivulle näkyviin animaatio, jossa vesi "valuu" putken päästä säiliöön.

7.3 Ohjaussanan siirtäminen datablokille



Kuva 22. Ohjaussanojen siirtolohkot

Kuvassa 22 näkyvässä Network 1:ssä sijaitsevalla move-lohkolla siirretään edellisessä kappaleessa jo esimerkkinä käytetty "käynnistä"-käsky datablokkiin. Kun "käynnistä"-tagin tila on "1" siirtää lohko heksamuodossa olevan sanan: "047f" datablokin osoitteeseen "DB1.DBW0" eli paikkaan, jossa ohjaussana sijaitsee. Mikäli pumppu on siirron jälkeen käyntivalmis, pumppu käynnistyy.

Network 2:ssa tagin "sammuta" tilan ollessa 1 siirretään saman datablokin samaan sanaan "047e" Mikäli pumppu pyöri ennen sanansiirtoa, se sammuu siirron jälkeen.

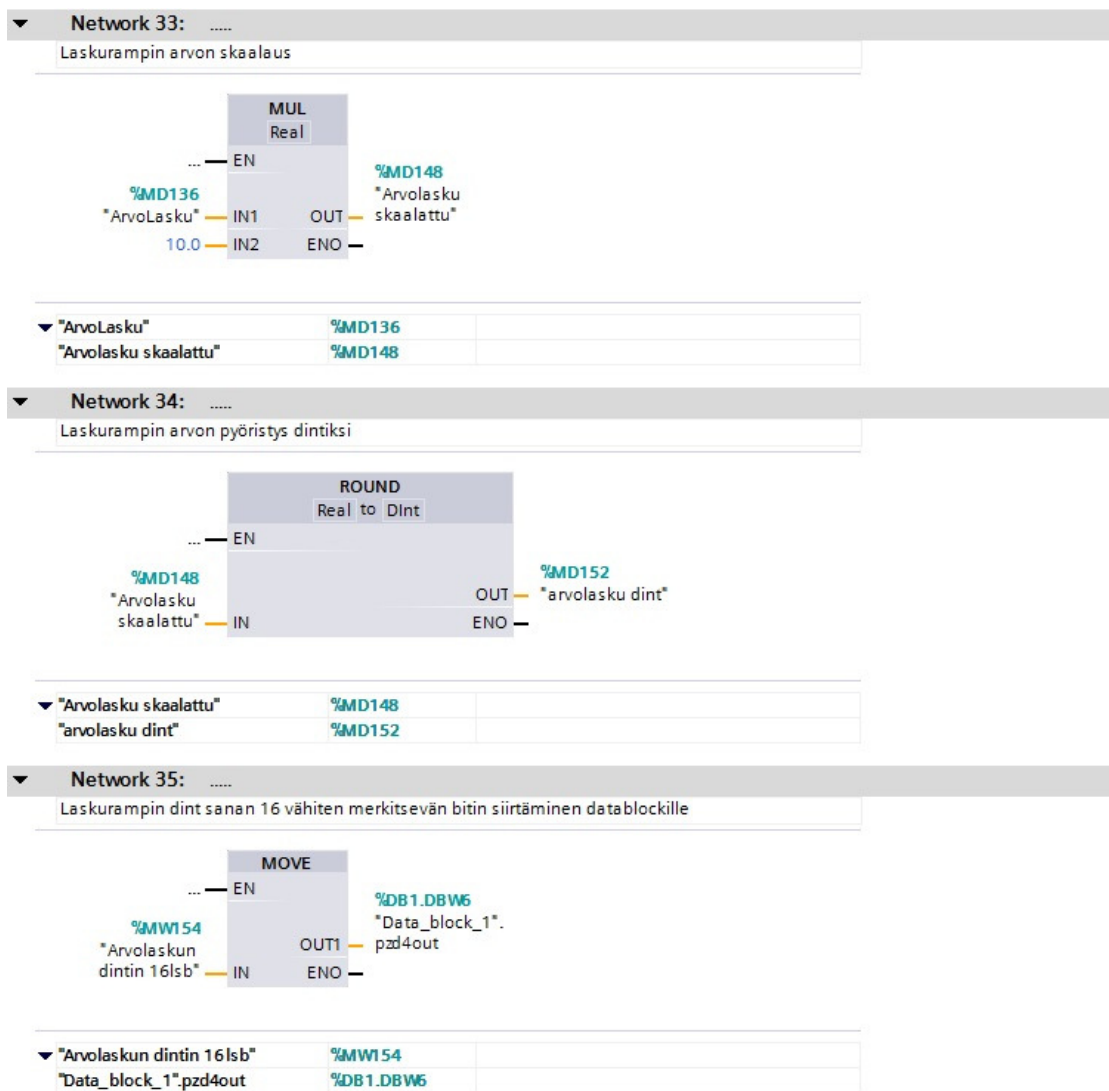
Network 3:ssa tag "Kuittaa vika" nimensä mukaisesti kuittaa vian taajuusmuuttajalta, tämä tapahtuu muuttamalla datablokissa sijaitseva ohjaussana muotoon "04f6"

Kaikille kuvassa 21 esiintyville siirtotoiminnon ehtoina oleville tageille on omat painikkeet käyttöliittymänäkymän ohjaussivun ohjausikkunassa.

7.4 Esimerkki skaalauksesta

Jotta käyttöliittymänäkymässä näkyvät sekä muokattavissa olevat lukuarvot olisivat järkeviä, tulee ne skaalata. Jokainen näytöllä näkyvä tuplasana- tai sanamuodossa oleva arvo tai ohjaus tarvitsi oman skaalauksensa. Päällimmäinen syy tähän oli se, että taajuusmuuttaja esimerkiksi ohjearvon kohdalla odottaa arvoa, joka on väliltä 0 h - 4000 h. On selvää, ettei käyttöliittymänäkymässä lukuja voida esittää tässä muodossa. Tarvitaan siis laskutoimituksia, joilla arvot saadaan mieluiseksi sekä taajuusmuuttajalle että käyttöliittymälle riippuen siitä, mihin suuntaan skaalattava arvo on milloinkin menossa.

Kaiken kaikkiaan ohjelmassa on yhteensä 9 erilaista skaalausta. Kaikki ovat nähtävissä liitteessä 4, jossa on koko fc1-blokissa oleva ohjelma. Seuraavalla sivulla on esimerkin vuoksi esitelty yksi skaalauksista.



Kuva 23. Skaalaus esimerkki

Kuvassa 23 näkyy laskurampin skaalaus asetussivulta reaalitylukumuodossa annettavasta ohjearvosta taajuusmuuttajan käyttämään 16 bittiseen kokonaislukumuotoon.

Koska kokonaisluvuissa ei ole desimaaleja, kirjoitetaan aika-arvo taajuusmuuttajalle 10-kertaisena. Käytännössä taajuusmuuttajalle "raakana" syötettävässä datassa yksi sekunti vastaa kymmentä "yksikköä". Tämän tapainen menettely mahdollistaa ramppien arvojen syöttämisen kymmenesosasekunnin tarkkuudella.

Networkissa 33 laskurampin arvo on kerrottu kymmenellä, Networkissa 34 skaalattu arvo muunnetaan kokonaislukumuotoon. Koska reaalityluvut ovat niin kutsuttuja tuplasanoja, täytyy ne ensiksi muuntaa tuplasanamuotoiseksi kokonaisluvuksi. Tätä 32-bittistä

tuplasanaa ei kuitenkaan voida kokonaisena vielä lähettää taajuusmuuttajalle, sillä kuten edellä jo mainittiin, laite odottaa tiedon kulkevan 16 bittiä pitkissä sanoissa.

Sanan muuttaminen 32-bittisestä 16-bittiseksi onnistuu tässä tapauksessa niinkin yksinkertaisesti, että käsketään move-lohkolla tuplasanan kaksi viimeistä tavua siirtymään niille datablokissa varattuun paikkaan. Tämä on mahdollista, koska tuplasanan ensimmäinen sana koostuu vain nolista ja varsinainen rampin asetusarvo on kokonaan vähemmän merkitsevässä sanassa. Tämä siirto on näkyvillä Networkissa numero 35.

8 KÄYTTÖLIITTYMÄ

TIA Portal on nimensä mukaisesti integroitu automaatio suunnittelualusta, tämä tarkoittaa sitä, että samasta ohjelmasta löytyy useita ominaisuuksia, joiden käyttämiseen edellisten sukupolvien ohjelmistoilla tarvitsi useita erillisiä ohjelmia. Yksi Siemensin TIA Portaliin integroima ominaisuus on käyttöliittymäsuunnitteluun tarkoitettu WinCC.

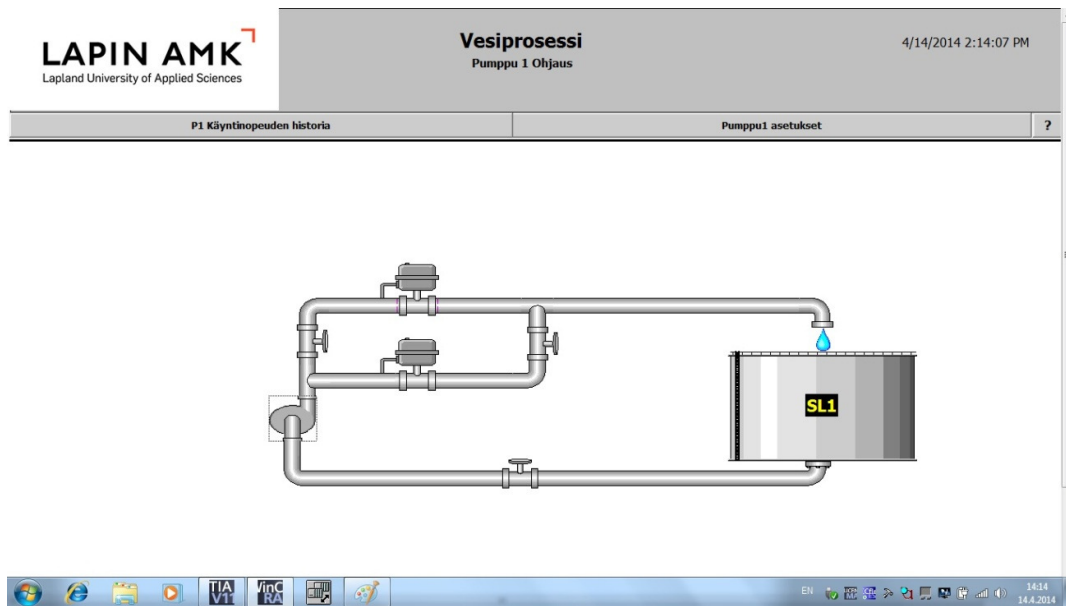
WinCC:n integroiminen on avannut uusia mahdollisuuksia. Esimerkiksi funktio-blokeissa käytetyt tagit voi vetää hiirellä suoraan WinCC:n ikkunansuunnittelunäkymän ikkunoihin niin sanotulla "drag and drop" -tyylillä. Ennen tällainen ei kahdesta erillisestä ohjelmasta johtuen ollut mahdollista. Tosin tämäkään ominaisuus ei yksinään mitään kovin suurta helpotusta tuo, sillä se mitä näytölle vedetty tag näytöllä tekee, tulee itse manuaalisesti määritellä, eikä tämän määrittelyn lomassa itse taginkaan määrittelystä suurta vaivaa koituisi. Joka tapauksessa integroitu kokonaisuus on selvää kehitystä aikaisemmasta ja ainoa ongelma on ohjelman raskaus, joka tekee ohjelman käyttämisen vanhemmalla kalustolla vaikeaksi.

Tämän työn käyttöliittymä sisältää kolme erillistä sivua seuraavasti:

- ohjaussivu
- pyörimisnopeuden historia
- asetussivu

Lisäksi ohjaussivulla sijaitsevaa pumppua klikkaamalla aukeaa erillinen ohjausikkuna josta pumpun perustoimintojen käyttäminen onnistuu.

Vaikka asetussivun nimi onkin "asetussivu", ei sivun kautta työn valmistumisen hetkellä voi muokata muita asetuksia kuin kiihdytys- ja hidastusramppien oloarvoja. Muilta osin sivu toimiikin pääasiassa näkymänä, jonka kautta voi valvoa pumpun virran, väännön ja taajuuden oloarvoja. Nämä arvot olisi toki voinut mahdollistaa ohjausikkunaanakin. Arvot kuitenkin koettiin tekohetkellä käytännön valvonnan kannalta toissijaisiksi, mutta kuitenkin niin tärkeiksi, että ne tuli saada näkyviin joltain kautta. Siksi arvot on ohjausikkunan sijaan sijoitettu asetussivulle.

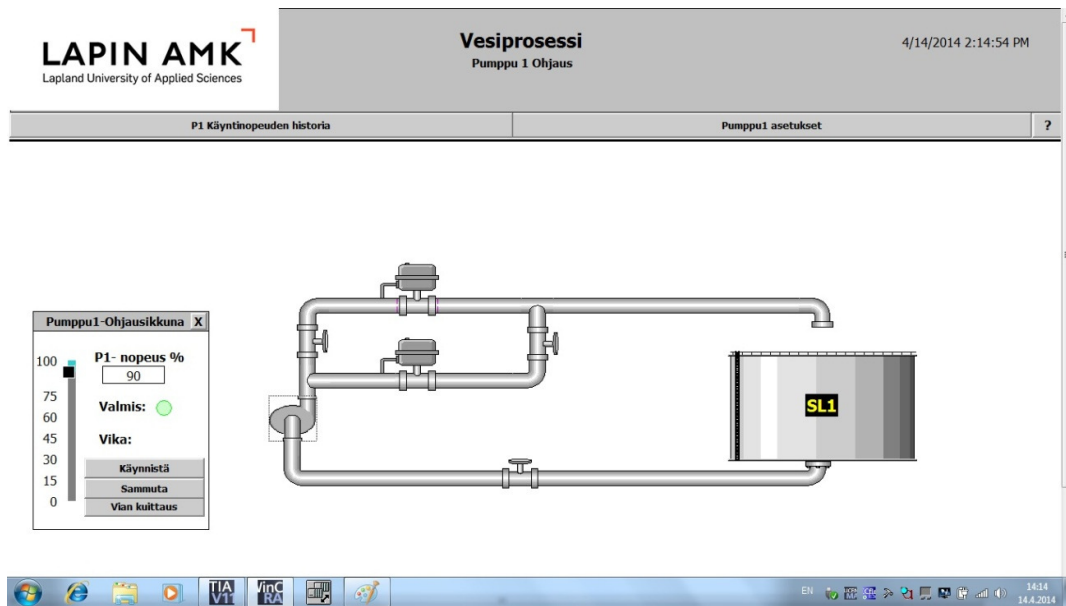


Kuva 24. Pumppu 1:n ohjaussivu

Kuvassa 24 on kuvattuna se osuus putkistosta, joka työtä koskee. Kuvaan on puhtaasti visuaalisista syistä lisätty myös venttiilejä ja ylimääräinen reitti vedelle. Venttiileiden tiloista ja ohjauksista ei tule mitään tuloja tai lähtöjä tämänhetkiseen kokoonpanoon. Tähän "pohjakuvaan" on kuitenkin helppo lisätä toimintoja ja ominaisuuksia.

Kuvassa käytetty asettelu on käytössä kaikissa tämän projektin käyttöliittymäikkunoissa. Näkymä on varsin yksinkertainen. Yläpalkista voi katsoa millä sivulla ollaan sekä siirtyä muille sivuille. Palkkiin on lisätty myös kellon aika, päivämäärä sekä ammattikorkeakoulun virallinen logo.

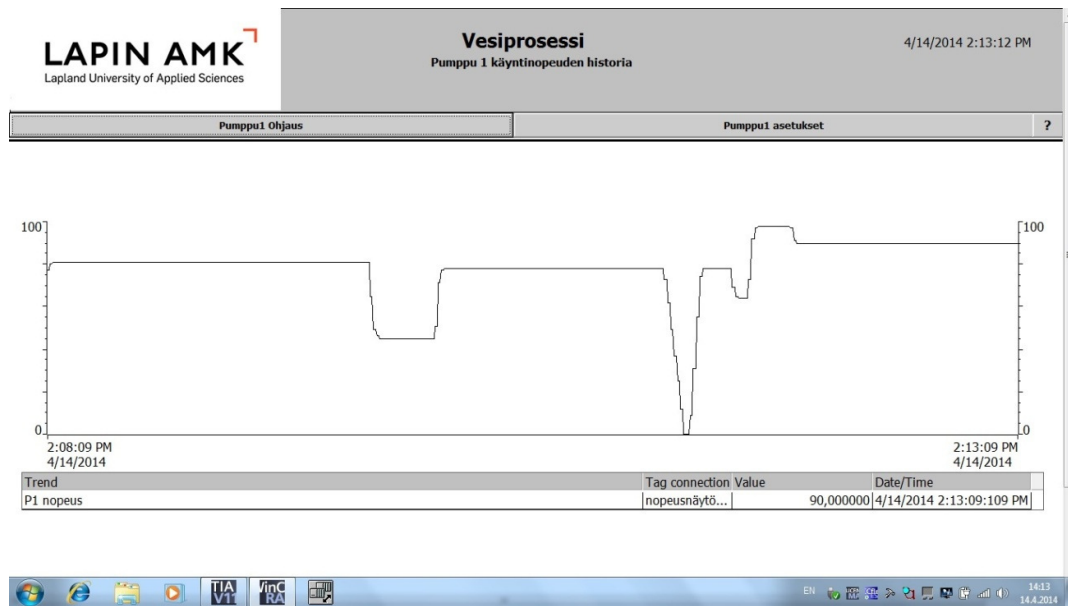
Putken päästä säiliöön "tipahtava" vesipisara indikoi sitä, että pumppu on käynnissä. indikaattori on toteutettu animaatiolla, jossa WinCC:n omasta kirjastosta löytynyt vesipisaran kuva välkkyi yhden hertsin taajuudella, kun käyntinopeuden oloarvo on suurempi kuin nolla. Mikäli oloarvo on nollaa pienempi, ei pisaraa ohjausnäkyvässä näy ollenkaan.



Kuva 25. Ohjausikkuna näkyvillä

Kuvassa 25 ohjausikkuna on kuvassa rajattuna näkyvää pumppua klikkaamalla ponnahtanut näkyviin. Ohjausikkunassa on liukusäädin, jolla säädetään ohjausarvo pumpulle, nopeusnäyttö, joka näyttää pumpun pyörimisnopeuden oloarvon indikaattorit sekä pumpun käyntivalmiudelle että taajuusmuuttajan vialle. Myös aikaisemmassa luvussa jo käsitellyt painikkeet käynnistämistä, sammuttamista ja vian kuitaamista varten sijaitsevat ikkunassa. Ohjausikkunan oikeassa yläkulmassa sijaitsevasta "X"-painikkeesta ikkunan voi sulkea.

Ohjausikkuna on toteutettu kuvaperiaatteella. WinCC:ssä on myös ominaisuus, jolla voi tehdä pohjia samanlaisille esiin ponnahtaville ikkunoille. Näitä kutsutaan nimellä "faceplate". Ominaisuus on pääasiassa tarkoitettu laajoihin projekteihin, joissa on useita samankaltaisia komponentteja. Näin ohjelmoija voi faceplaten pohjaa muokkaamalla lisätä kaikkiin samaa faceplatea käyttäviin ikkunoihin ominaisuuden sen sijaan, että muokkasi jokaisen ponnahdusikkunan erikseen. Koska eroja käytännön toiminnassa ei ole, ei käyttäjä voi käyttöliittymää käyttäessään tietää, onko ponnahdusikkunat toteutettu faceplate- vai kuvaperiaatteella.



Kuva 26. Käyntinopeuden historia

Kuvassa 26 on näkyvissä käyntinopeuden historiaa kuvaava käyrä. Käyrä tulee ikkunaan sitä varten luodusta tietokannasta, johon ohjelma tallentaa pumpun pyörimisnopeuden arvot sekunnin välein.

Tietokanta toimii syklissä, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että yli 5 minuuttia vanhat arvot poistuvat tietokannasta automaattisesti. Tietokannan sykli on aika lyhyt eikä näin lyhyellä historiatietokannalla oikeassa teollisuuden sovelluksessa tekisi yhtään mitään. Tietokannan aikahorisonttia voi kuitenkin halutessaan venyttää. Työtä tehdessä tälle ei koettu kuitenkaan mitään käytännön tarvetta, sillä käyttökohde on oppilaitoksen harjoitteluympäristö, eikä teollisuuden sovellus.

Koska tietokannan aikahorisontti on ruudulla näkyvän asteikon mittainen, ei tarvetta zoomauksen mahdollistavien työkalujen lisäämiseen ollut. Mikäli tietokannan sykliä pidennetään, voidaan työkalut lisätä ruudun asetuksista helposti.

LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences

Vesiprosessi
 Pumppu 1 Asetukset

4/23/2014 11:56:54 AM

P1 Käyntinopeuden historia
Pumppu1 Ohjaus
?

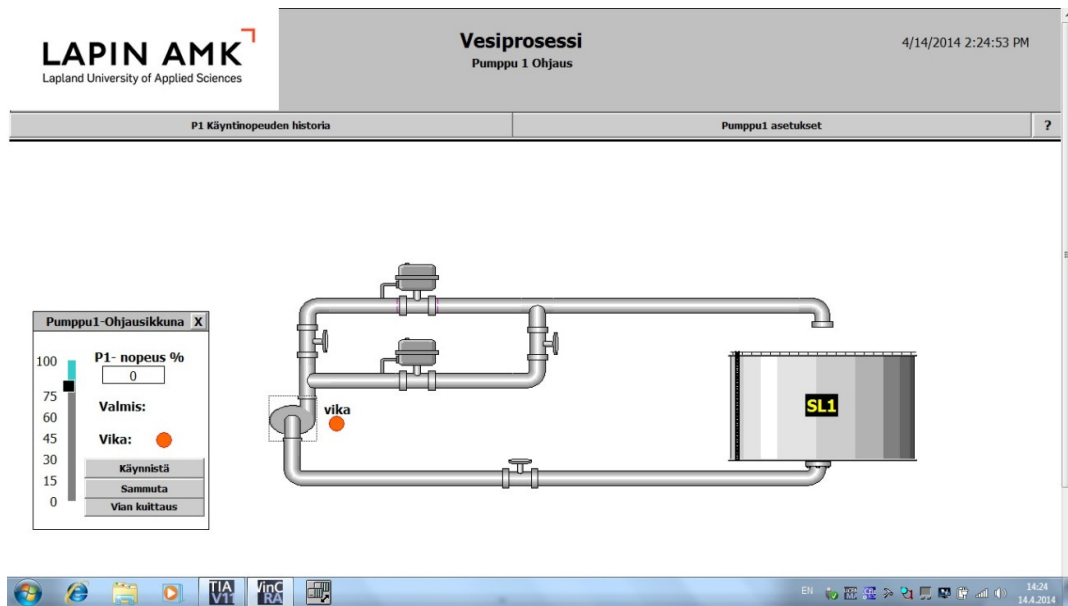
Vääntömomentti	24	%	(Nimellismomentista)
Taajuus	23.34	Hz	
Virta	2.90	A	
Kiihdytysramppi	5.00	s	Kiihdytysramppin parametrin asetus 5.00 s
Hidastusramppi	6.00	s	Hidastusramppin parametrin asetus 6.00 s

EN 11:56 23.4.2014

Kuva 27. Asetussivu

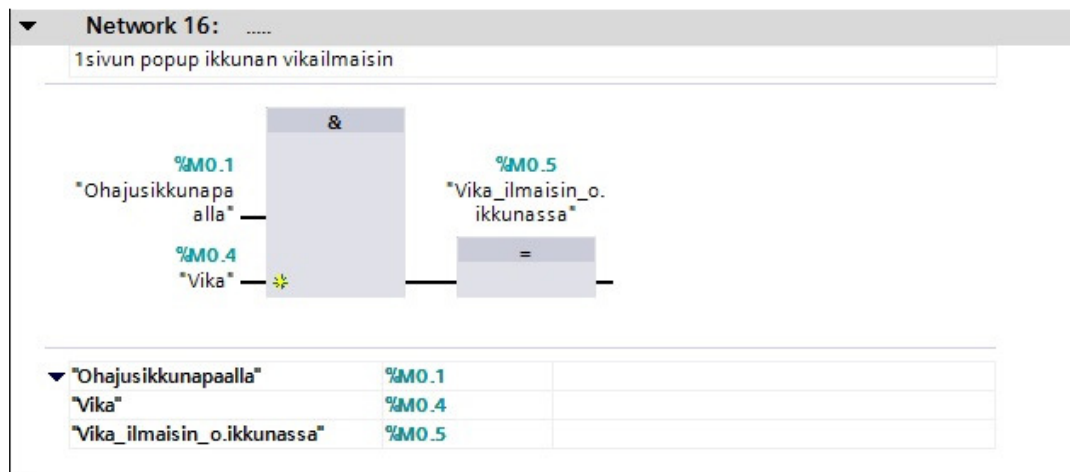
Kuvassa 27 on näkyvissä pumpun asetussivu. Kuten aiemmin mainittiinkin ei sivu ni-
mestään poiketen sisällä pelkkiä asetusarvoja, vaan sivulta voi myös valvoa vääntömo-
mentin, taajuuden sekä virran oloarvoja.

Varsinaisesti sivulla voi asettaa vain kiihdytys- ja hidastusramppien arvoja. Arvot aje-
taan taajuusmuuttajalle kirjoittamalla muokattavan rampin kohdalla sijaitsevaan vihreäl-
lä kehyksellä varustettuun ikkunaan haluttu arvo ja painamalla tämän jälkeen entteriä.
Toimenpiteen jälkeen mustilla kehyksillä varustettuihin ramppien valvontakenttiin pi-
täisi ilmestyä uusi arvo, sen rampin kohdalle, jota muokattiin.



Kuva 28. Vikailmaisin

Jokaisella sivulla on omat vikailmaisimensa, jotka tulevat näkyviin vian ollessa päällä. Kuvassa 28 näkyvät ohjausikkunan sekä ohjaussivun vikailmaisimien sijoittelut.



Kuva 29 Ohjausikkunan vikailmaisimen näkyvyyssehto

Koska objektia kohden voi tehdä vain yhden sen näkyvyyttä koskevan animaation jouduttiin, ohjausikkunassa sijaitseville "vika" ja "valmis" ilmaisimille tekemään funktio-blokkiin pienet ohjelmat. Ilman ohjelmaa ohjausikkunan vikailmaisin olisi tullut näkyviin vian ollessa päällä, vaikkei ohjausikkuna olisikaan auki.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli hyvä ja kattava. Se sisälsi sopivasti jo opitun sekä uuden asian soveltamista. Tuttua entuudestaan oli taajuusmuuttajan ohjaaminen Profibus-väylän kautta. Tosin aiemmin käyttämäni taajuusmuuttajat ovat olleet eri valmistajien valmistamia, eikä niiden ohjaus ole vaatinut datan konsistenttisuutta.

Puhtaasti uutena asiana tuli PC-pohjaisen käyttöliittymän suunnittelu. Tässäkin toisaalta apuna oli aikaisemmin opitut tiedot kosketuspaneelien avulla toteutettavien käyttöliittymien suunnittelusta, jotka toteutetaan pitkälti samalla periaarteella.

Uutena asiana tuli myös PPO-protokollan PZD-alueen vapaasti määriteltävän osion määrittely ja käyttäminen.

Opinnäytetyötä tehdessä suurimmat ongelmat kohdattiin logiikan ja tietokoneen välisten yhteyksien toimintakuntoiseksi saattamisessa. Vesiprosessilaboratorioluokan tietokoneissa oli, jokin mystinen tänäkin päivänä selvittämättä oleva vika, joka esti yhteyden muodostamisen logiikkaan Profinet-verkon avulla.

Edes koulun atk-tuki ei saanut asiasta selkoa, joten työ lopulta toteutettiin koulun kirjastosta lainatulla kannettavalla tietokoneella. Kone toimikin heti ensi yrittämällä ja ongelma päästiin kiertämään. Ainoana haittana kannettavalla tietokoneella työskennellessä oli resoluutio. TIA Portalin käyttö nimittäin sujuu huomattavasti helpommin 16:9-resoluutiolla kuin 4:3-resoluutiolla.

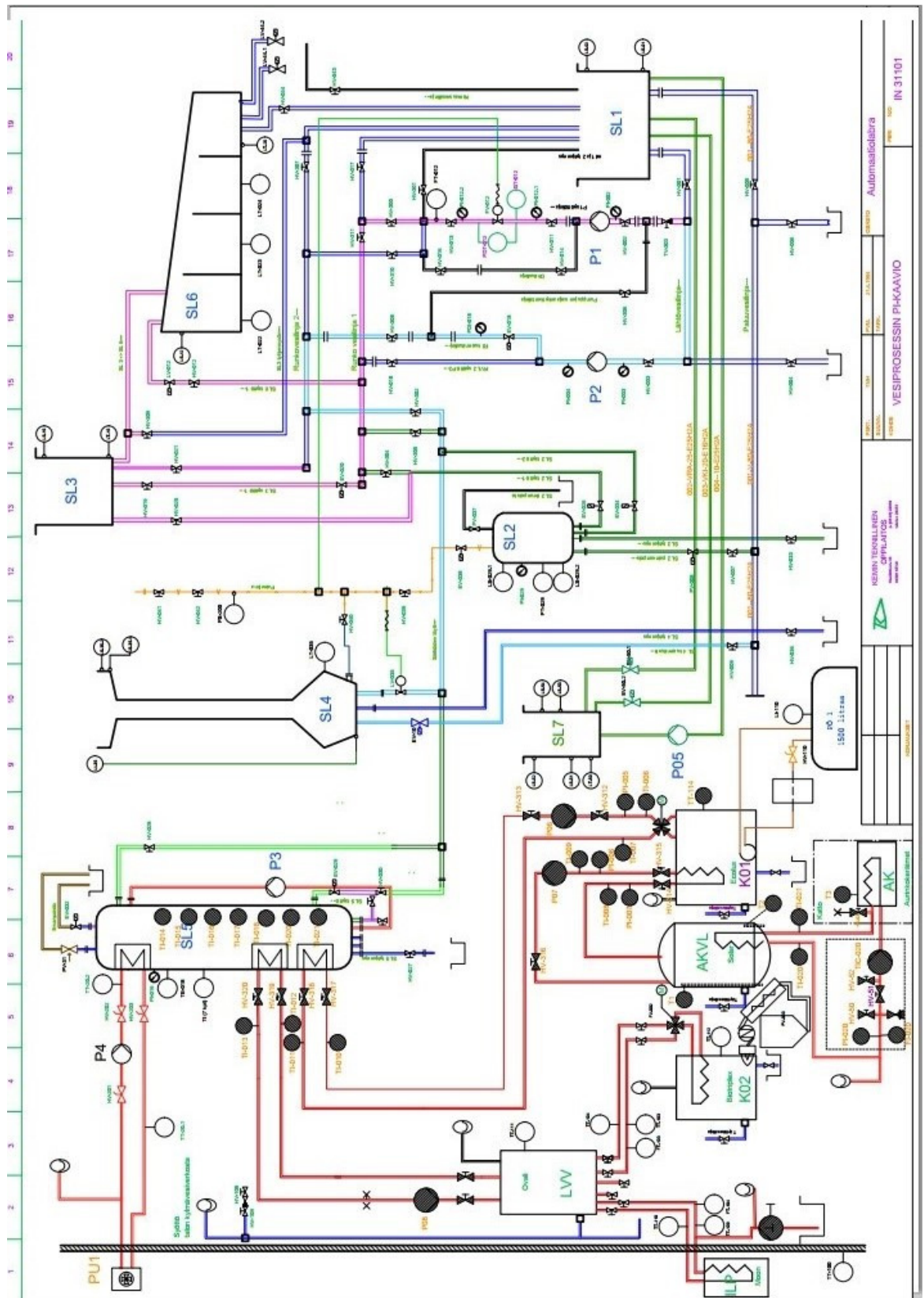
Valmiista opinnäyteyöstä voi olla hyötyä suunniteltaessa ohjelmaa ja käyttöliittymää lopuille vesiprosessin osille.

LÄHTEET

- ABB ACS 800 -esite 2009. Hakupäivä 15.4.2014.
 <[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/5650b5982159014bc125760300212d38/\\$file/fi_acs800singledrivescatalogrevk.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/5650b5982159014bc125760300212d38/$file/fi_acs800singledrivescatalogrevk.pdf)>
- GE-industrialin www-sivut 2006. Hakupäivä 15.4.2014.
 <<http://apps.geindustrial.com/publibrary/checkout/DET-624?TNR=Installation%20and%20Instruction|DET-624|generic>>
- Mustonen, Juha-Pekka 2011. Profibus-kenttäväylien testausympäristö ja mittauksien kehittäminen, Opinnäytetyö. Oulun amk, Oulu.
- Profibusin www-sivut 2013. Hakupäivä 15.4.2014.
 < <http://www.profibus.com>>
- Rbpa-01 manuaali 2005. Hakupäivä 15.4.2014
 <[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/e237d196965e3919c22570230037a6c7/\\$file/en_rpba01_um_f_a4.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/e237d196965e3919c22570230037a6c7/$file/en_rpba01_um_f_a4.pdf)>
- Real time automationin www-sivut 2009. Hakupäivä 15.4.2014.
 <<http://www.rtaautomation.com>>
- Siemens industry mall 2014. Verkokauppa. Hakupäivä 15.4.2014.
 <<https://eb.automation.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7314-6EH04-0AB0>>
- Siemensin www-sivut 2014. Hakupäivä 15.4.2014
 <<http://www.siemens.fi>>
- Vacon profibus dp-optiokortin manuaali 2014. Hakupäivä 15.4.2014.
 <http://www.vacon.com/ImageVaultFiles/id_3218/cf_2/Vacon-NX-OPTC3-C5-Profibus-Board-User-Manual-UD011.PDF>
- Vertexin www-sivut 2014. Hakupäivä 15.4.2014.
 < <http://www2.vertex.fi/web/fi/g4plant>>

LIITTEET

- Liite 1. Vesiprosessilaboratorion PI-kaavio
- Liite 2. Puutaulun layout ja osaluettelo
- Liite 3. Ohjaus- ja tilasanat bittirakenne
- Liite 4. Fc1:n ohjelma



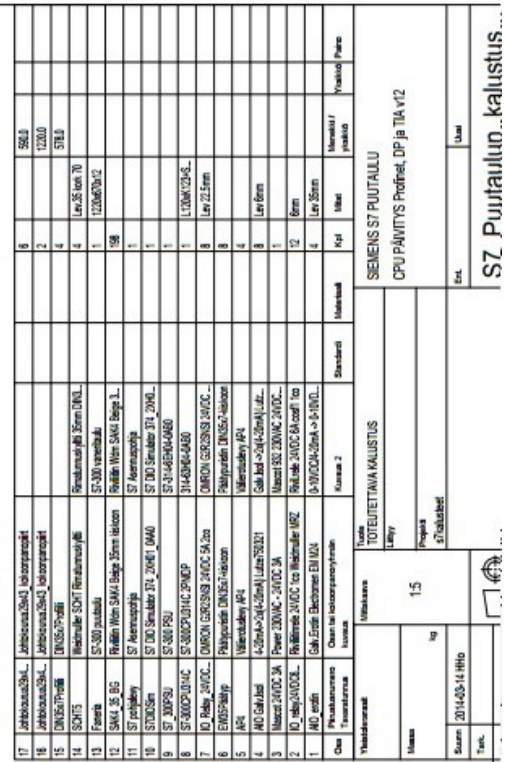


Table 11. The Control Word (PROFIBUS Parameter 967). The upper case boldface text refers to the states shown in Figure 13.

Bit	Name	Value	Proceed to STATE/Description
0	ON	1	Proceed to READY TO OPERATE
	OFF1	0	Emergency OFF, stop by the selected deceleration ramp. Proceed to OFF1 ACTIVE ; proceed further to READY TO SWITCH ON unless other interlocks (OFF2, OFF3) are active
1	OFF2	1	Continue operation (OFF2 inactive)
		0	Emergency OFF, coast to stop. Proceed to OFF2 ACTIVE ; proceed further to SWITCH-ON INHIBIT
2	OFF3	1	Continue operation (OFF3 inactive)
		0	Emergency stop, stop according to fastest possible deceleration mode. Proceed to OFF3 ACTIVE ; proceed further to SWITCH-ON INHIBIT . Warning: Ensure motor and driven machine can be stopped using this stop mode.
3	OPERATION_ENABLE	1	Proceed to ENABLE OPERATION
		0	Inhibit operation. Proceed to OPERATION INHIBIT
4	RAMP_OUT_ZERO	1	Normal operation. Proceed to RAMP FUNCTION GENERATOR: ENABLE OUTPUT
		0	Stop according to selected stop type
5	RAMP_HOLD	1	Normal operation. Proceed to RAMP FUNCTION GENERATOR: ENABLE ACCELERATOR
		0	Halt ramping (Ramp Function Generator output held)

Bit	Name	Value	Proceed to STATE/Description
6	RAMP_IN_ZERO	1	Normal operation. Proceed to OPERATING
		0	Force Ramp Function Generator input to zero
		Note: The function of this bit may depend on the ramp parameter settings of the drive. See the drive documentation.	
7	RESET	0 ⇒ 1	Fault reset if an active fault exists. Proceed to SWITCH-ON INHIBIT .
		0	(Continue normal operation)
8	INCHING_1		Inching 1. (See the drive documentation for information)
9	INCHING_2		Inching 2. (See the drive documentation for information)
10	REMOTE_CMD	1	Fieldbus control enabled
		0	Control Word <> 0 or Reference <> 0: Retain last Control Word and Reference Control Word = 0 and Reference = 0: Fieldbus control enabled
11			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 933.
12			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 934.
13			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 935.
14			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 936.
15			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 937.

Table 12. The Status Word (PROFIBUS Parameter 968). The upper case boldface text refers to the states shown in Figure 13.

Bit	Name	Value	STATE/Description
0	RDY_ON	1	READY TO SWITCH ON
		0	NOT READY TO SWITCH ON
1	RDY_RUN	1	READY TO OPERATE
		0	OFF1 ACTIVE
2	RDY_REF	1	ENABLE OPERATION
		0	DISABLE OPERATION
3	TRIPPED	1	FAULT
		0	No fault
4	OFF_2_STA	1	OFF2 inactive
		0	OFF2 ACTIVE
5	OFF_3_STA	1	OFF3 inactive
		0	OFF3 ACTIVE
6	SWC_ON_INHIB	1	SWITCH-ON INHIBIT ACTIVE
		0	SWITCH-ON INHIBIT NOT ACTIVE
7	ALARM	1	Warning/Alarm
		0	No Warning/Alarm
8	AT_SETPOINT	1	OPERATING. Actual value equals reference value (i.e. is within tolerance limits)
		0	Actual value differs from reference value (= is outside tolerance limits)
9	REMOTE	1	Drive control location: REMOTE
		0	Drive control location: LOCAL
10	ABOVE_LIMIT	1	Actual frequency or speed value equals or is greater than supervision limit.
		0	Actual frequency or speed value is within supervision limit.

Bit	Name	Value	STATE/Description
11			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 939. (See the drive documentation.)
12			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 940. (See the drive documentation.)
13			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 941. (See the drive documentation.)
14			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 942. (See the drive documentation.)
15			Vendor-specific bit as defined by PROFIdrive parameter 943. (See the drive documentation.)

	1	2	3	4																												
A	Block_1 [FC1] <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Block_1 Properties <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">General</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Name</td> <td>Block_1</td> <td>Number</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Type</td> <td>FC</td> <td>Language</td> <td>FBD</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Information</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Title</td> <td></td> <td>Author</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comment</td> <td></td> <td>Family</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Version</td> <td>0.1</td> <td>User-defined ID</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div>				General				Name	Block_1	Number	1	Type	FC	Language	FBD	Information				Title		Author		Comment		Family		Version	0.1	User-defined ID	
General																																
Name	Block_1	Number	1																													
Type	FC	Language	FBD																													
Information																																
Title		Author																														
Comment		Family																														
Version	0.1	User-defined ID																														
B	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Data type</th> <th>Offset</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Input</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Output</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>InOut</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Temp</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Return</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ret_Val</td><td>Void</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Name	Data type	Offset	Comment	Input				Output				InOut				Temp				Return				Ret_Val	Void		
Name	Data type	Offset	Comment																													
Input																																
Output																																
InOut																																
Temp																																
Return																																
Ret_Val	Void																															
C	Network 1: Datansiirto tamulle <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> </div>																															
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Data_block_1"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tamulle_sisään"</td> <td>%MW10</td> <td>Int</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W#16#0100</td> <td>W#16#0100</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P#DB1.DBX0.0 BYTE 20</td> <td>P#DB1.DBX0.0 BYTE 20</td> <td>Any</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"Data_block_1"	%DB1	Block_DB		"Tamulle_sisään"	%MW10	Int		W#16#0100	W#16#0100	Word		P#DB1.DBX0.0 BYTE 20	P#DB1.DBX0.0 BYTE 20	Any									
Symbol	Address	Type	Comment																													
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																														
"Tamulle_sisään"	%MW10	Int																														
W#16#0100	W#16#0100	Word																														
P#DB1.DBX0.0 BYTE 20	P#DB1.DBX0.0 BYTE 20	Any																														
E	Network 2: Datansiirto tamulta <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> </div>																															
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Data_block_1"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																					
Symbol	Address	Type	Comment																													
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																														
Owner Operator Designed By Checked By Approved By		Project name hhoikka.opparia.v2 Project Path C:\Users\Heke\Desktop\ltaohjelma\hhoikka.opparia.v2 Location Description 1st Description 2nd 1st View		Date 23-Apr-14 Language en-US Version Sheet 1 - 1																												

	1	2	3	4																								
A	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Tamulta_ulos"</td> <td>%MW20</td> <td>Int</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W#16#0100</td> <td>W#16#0100</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P#DB1.DBX20.0 BYTE 20</td> <td>P#DB1.DBX20.0 BYTE 20</td> <td>Any</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"Tamulta_ulos"	%MW20	Int		W#16#0100	W#16#0100	Word		P#DB1.DBX20.0 BYTE 20	P#DB1.DBX20.0 BYTE 20	Any									
Symbol	Address	Type	Comment																									
"Tamulta_ulos"	%MW20	Int																										
W#16#0100	W#16#0100	Word																										
P#DB1.DBX20.0 BYTE 20	P#DB1.DBX20.0 BYTE 20	Any																										
B	<p>Network 3:</p> <p>Ohjauksen siirto_1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Käynnistä"</td> <td>%M0.6</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Data_block_1"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Data_block_1".Ohjauksen</td> <td>%DB1.DBW0</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W#16#047F</td> <td>W#16#047F</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"Käynnistä"	%M0.6	Bool		"Data_block_1"	%DB1	Block_DB		"Data_block_1".Ohjauksen	%DB1.DBW0	Word		W#16#047F	W#16#047F	Word					
Symbol	Address	Type	Comment																									
"Käynnistä"	%M0.6	Bool																										
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																										
"Data_block_1".Ohjauksen	%DB1.DBW0	Word																										
W#16#047F	W#16#047F	Word																										
C	<p>Network 4:</p> <p>Ohjauksen siirto_2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Data_block_1"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Data_block_1".Ohjauksen</td> <td>%DB1.DBW0</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"sammuta"</td> <td>%M1.2</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W#16#047E</td> <td>W#16#047E</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"Data_block_1"	%DB1	Block_DB		"Data_block_1".Ohjauksen	%DB1.DBW0	Word		"sammuta"	%M1.2	Bool		W#16#047E	W#16#047E	Word					
Symbol	Address	Type	Comment																									
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																										
"Data_block_1".Ohjauksen	%DB1.DBW0	Word																										
"sammuta"	%M1.2	Bool																										
W#16#047E	W#16#047E	Word																										
D	<p>Network 5:</p> <p>Ohjauksen siirto_3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Data_block_1"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																	
Symbol	Address	Type	Comment																									
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																										
E	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Data_block_1"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																	
Symbol	Address	Type	Comment																									
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																										
F	<table border="1"> <tr> <td>Owner</td> <td colspan="2">Project name: hhoikka.opparia.v2</td> <td>Date: 23-Apr-14</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="3">Project Path: C:\Users\Heke\Desktop\lioohjelma\hhoikka.opparia.v2</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="3">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td colspan="2">Description 1st</td> <td>Language: en-US</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td colspan="2">Description 2nd</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Title View</td> <td>Sheet: 1 - 2</td> </tr> </table>				Owner	Project name: hhoikka.opparia.v2		Date: 23-Apr-14	Operator	Project Path: C:\Users\Heke\Desktop\lioohjelma\hhoikka.opparia.v2			Designed By	Location			Checked By	Description 1st		Language: en-US	Approved By	Description 2nd		Version		Title View		Sheet: 1 - 2
Owner	Project name: hhoikka.opparia.v2		Date: 23-Apr-14																									
Operator	Project Path: C:\Users\Heke\Desktop\lioohjelma\hhoikka.opparia.v2																											
Designed By	Location																											
Checked By	Description 1st		Language: en-US																									
Approved By	Description 2nd		Version																									
	Title View		Sheet: 1 - 2																									

1

2

3

4

A

Symbol	Address	Type	Comment
"Data_block_1".Ohjeaus	%DB1.DBW0	Word	
W#16#04F6	W#16#04F6	Word	
"Kuittaa vika"	%M0.7	Bool	

Network 6:

Ohjesanan skaalaus näytön liukukytkimeltä pumpulle.

Symbol	Address	Type	Comment
"arvo liulta"	%MD22	Real	
"Real arvo pumpulle"	%MD16	Real	
163.84	163.84	LReal	

Network 7:

Realiluvun pyöristäminen kokonaisluvuksi.

Symbol	Address	Type	Comment
"Real arvo pumpulle"	%MD16	Real	
"dint_pumpulle"	%MD28	Dint	

Network 8:

Juuri tehdyn D_intin 16 vähiten merkitsevän bitin siirtäminen ohjearvoksi pumpulle.

Symbol	Address	Type	Comment
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB	
"Pumpun_ohjearvo_näytöltä"	%MW30	Int	
"Data_block_1".Ohje	%DB1.DBW2	Word	

Control

Operator

Designed By

Checked By

Approved By

Project name

Project Path

Location

Description 1st

Description 2nd

1st View

Date

23-Apr-14

Language

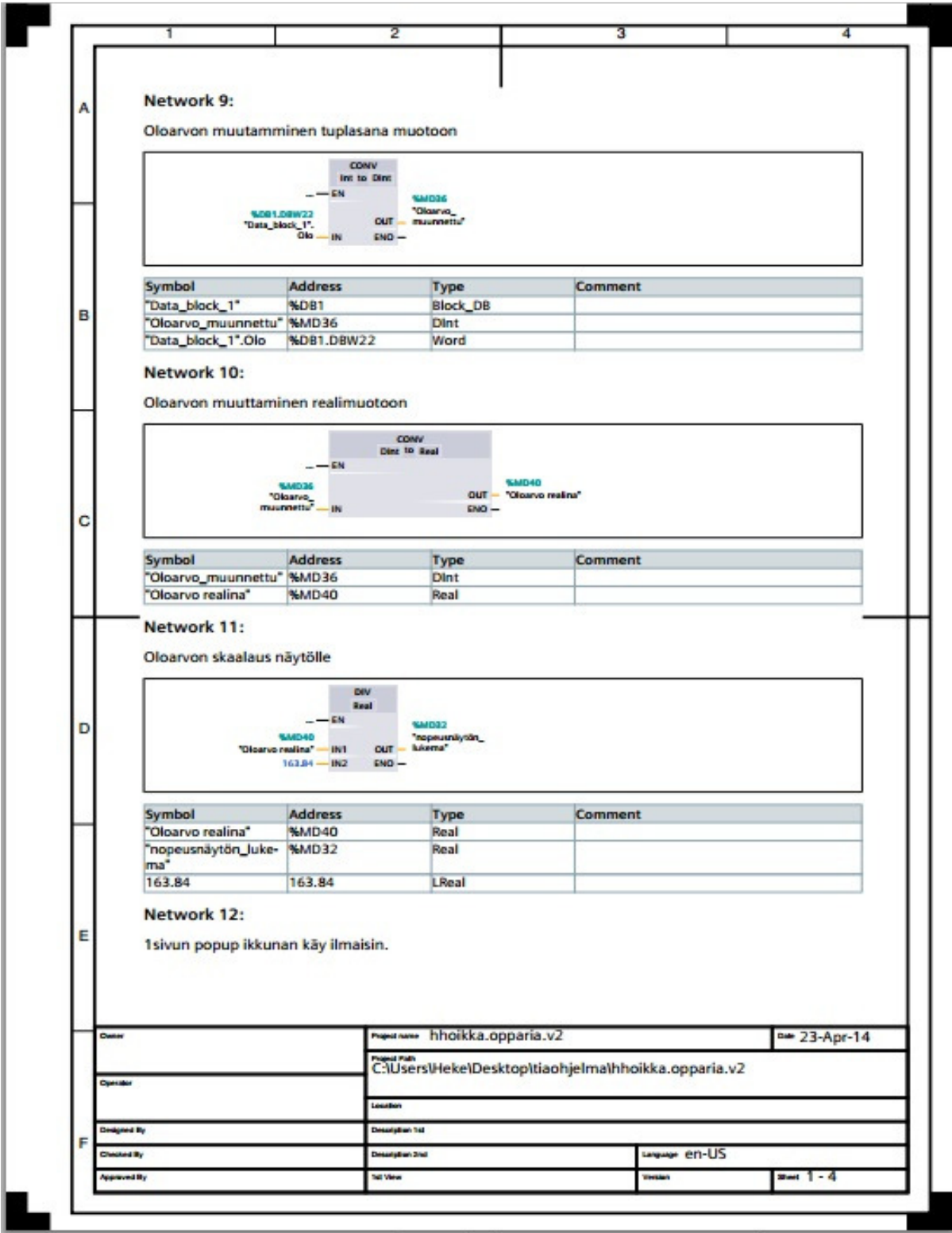
en-US

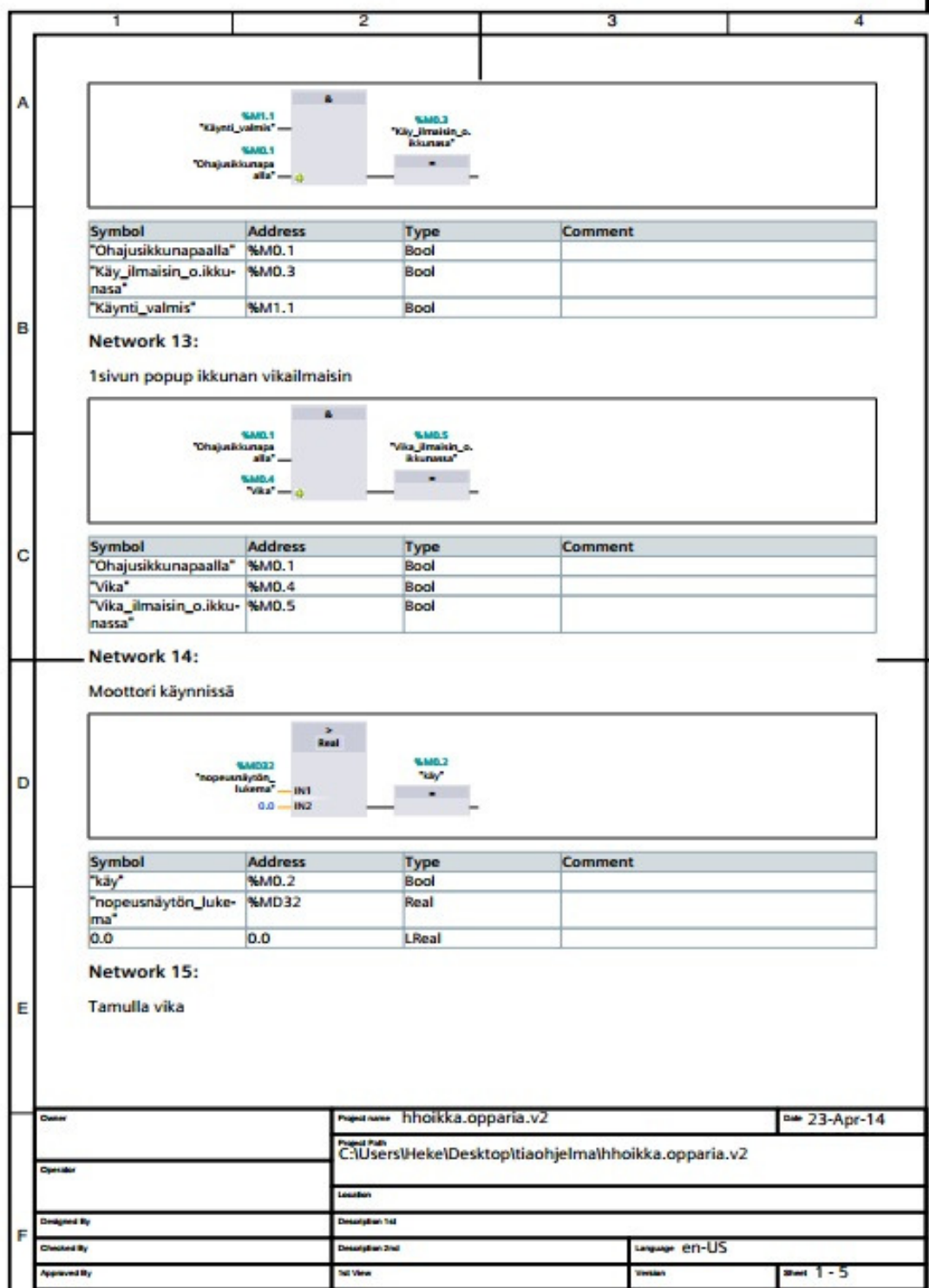
Version

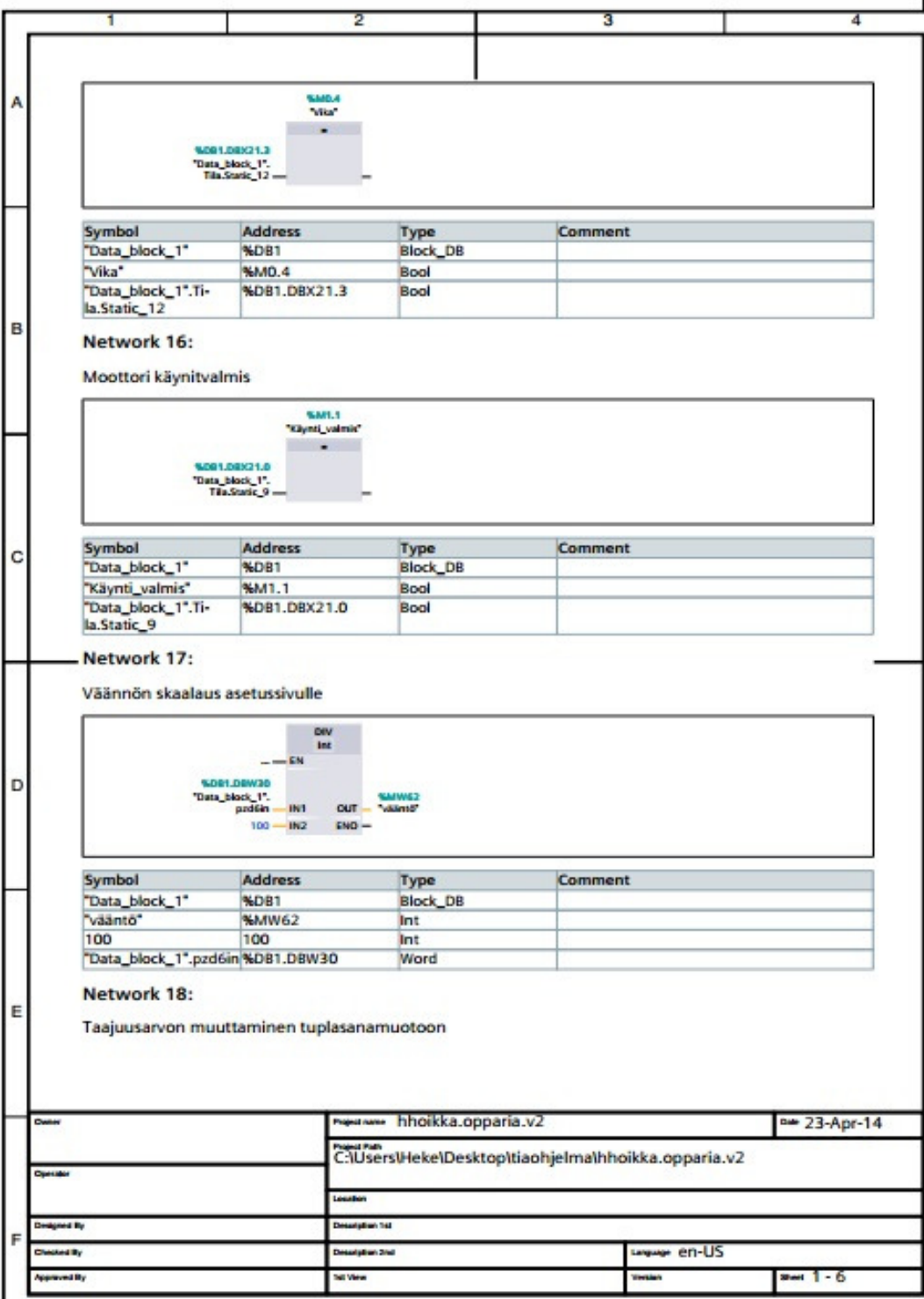
Sheet

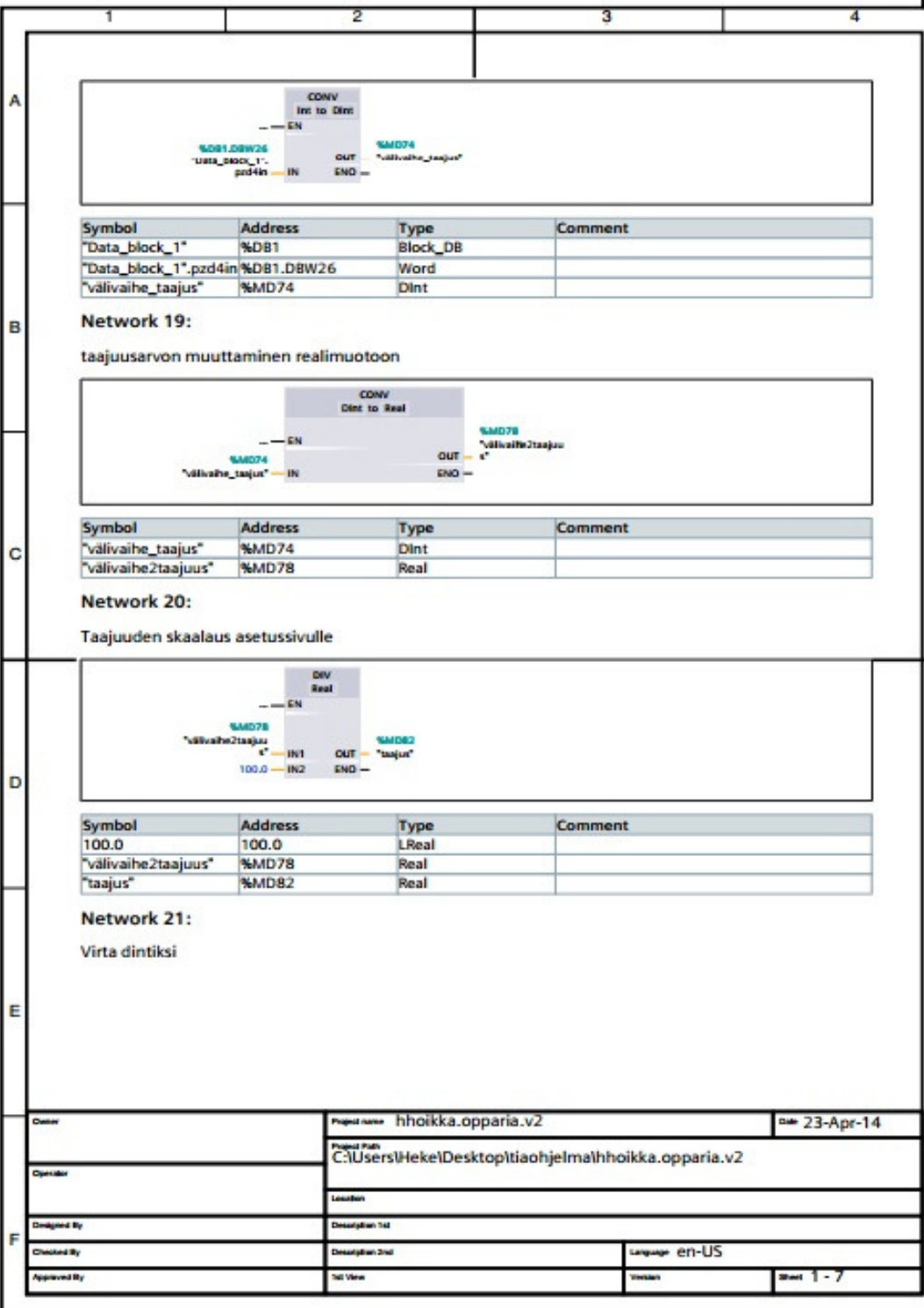
1 - 3

F









1234

A

CONV

Int to Dint

EN

%DB1.DBW28
"Data_block_1".
pzd5in

IN

OUT

%MD100
"Virta dint"

END

Symbol	Address	Type	Comment
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB	
"Data_block_1".pzd5in	%DB1.DBW28	Word	
"Virta dint"	%MD100	Dint	

B

Network 22:
Virta realiksi

CONV

Dint to Real

EN

%MD100
"Virta dint"

IN

OUT

%MD104
"Virta realina"

END

Symbol	Address	Type	Comment
"Virta dint"	%MD100	Dint	
"Virta realina"	%MD104	Real	

C

Network 23:
Virran skaalaus asetussivulle

MUL

Real

EN

%MD104
"Virta realina"

IN1

0.1

IN2

OUT

%MD108
"Virta skaalattuna"

END

Symbol	Address	Type	Comment
"Virta realina"	%MD104	Real	
"Virta skaalattuna"	%MD108	Real	
0.1	0.1	LReal	

D

Network 24:
Nousuramppi dintiksi

CONV

Int to Dint

EN

%DB1.DBW22
"Data_block_1".
pzd7in

IN

OUT

%MD112
"Nousuramppi
dint"

END

Symbol	Address	Type	Comment
"Data_block_1".pzd7in	%DB1.DBW22	Word	
"Nousuramppi dint"	%MD112	Dint	

E

F

Owner	Project name	hhoikka.opparia.v2		Date	23-Apr-14
Operator	Project Path	C:\Users\Heke\Desktop\Hjelm\hhoikka.opparia.v2			
	Location				
Designed By	Description 1st				
Checked By	Description 2nd	Language		en-US	
Approved By	1st View	Version	Sheet 1 - 8		

	1	2	3	4																														
A	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Data_block_1"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Data_block_1".pzd7in</td> <td>%DB1.DBW32</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Nousuramppi dint"</td> <td>%MD112</td> <td>Dint</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Network 25:</p> <p>Nousuramppi realiksi</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Nousuramppi dint"</td> <td>%MD112</td> <td>Dint</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Nousuramppi real"</td> <td>%MD116</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"Data_block_1"	%DB1	Block_DB		"Data_block_1".pzd7in	%DB1.DBW32	Word		"Nousuramppi dint"	%MD112	Dint		Symbol	Address	Type	Comment	"Nousuramppi dint"	%MD112	Dint		"Nousuramppi real"	%MD116	Real			
Symbol	Address	Type	Comment																															
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																																
"Data_block_1".pzd7in	%DB1.DBW32	Word																																
"Nousuramppi dint"	%MD112	Dint																																
Symbol	Address	Type	Comment																															
"Nousuramppi dint"	%MD112	Dint																																
"Nousuramppi real"	%MD116	Real																																
B																																		
C	<p>Network 26:</p> <p>Nousurampin oloarvon skaalaus asetussivulle</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10.0</td> <td>10.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Nousuramppi real"</td> <td>%MD116</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Nousuramppi skaalotus"</td> <td>%MD120</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	10.0	10.0	LReal		"Nousuramppi real"	%MD116	Real		"Nousuramppi skaalotus"	%MD120	Real															
Symbol	Address	Type	Comment																															
10.0	10.0	LReal																																
"Nousuramppi real"	%MD116	Real																																
"Nousuramppi skaalotus"	%MD120	Real																																
D																																		
E	<p>Network 27:</p> <p>Laskuramppi dintiksi</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Symbol</th> <th>Address</th> <th>Type</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Data_block_1"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Data_block_1".pzd8in</td> <td>%DB1.DBW34</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Laskuramppi dint"</td> <td>%MD124</td> <td>Dint</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Symbol	Address	Type	Comment	"Data_block_1"	%DB1	Block_DB		"Data_block_1".pzd8in	%DB1.DBW34	Word		"Laskuramppi dint"	%MD124	Dint															
Symbol	Address	Type	Comment																															
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB																																
"Data_block_1".pzd8in	%DB1.DBW34	Word																																
"Laskuramppi dint"	%MD124	Dint																																
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Owner</td> <td style="width: 33%;">Project name</td> <td style="width: 34%;">Date</td> </tr> <tr> <td></td> <td>hhoikka.opparia.v2</td> <td>23-Apr-14</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">C:\Users\Heke\Desktop\ltaiohjelmahhoikka.opparia.v2</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>en-US</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sheet 1 - 9</td> </tr> </table>				Owner	Project name	Date		hhoikka.opparia.v2	23-Apr-14	Operator	Project Path			C:\Users\Heke\Desktop\ltaiohjelmahhoikka.opparia.v2		Designed By	Location					Checked By	Description 1st	Language			en-US	Approved By	Description 2nd	Version			Sheet 1 - 9
Owner	Project name	Date																																
	hhoikka.opparia.v2	23-Apr-14																																
Operator	Project Path																																	
	C:\Users\Heke\Desktop\ltaiohjelmahhoikka.opparia.v2																																	
Designed By	Location																																	
Checked By	Description 1st	Language																																
		en-US																																
Approved By	Description 2nd	Version																																
		Sheet 1 - 9																																

1

2

3

4

A

Network 28:

laskuramppi realiksi

CONV
Dint to Real

EN

OUT

END

%MD124
"laskuramppi
dint"

%MD128
"laskuramppi
real"

Symbol	Address	Type	Comment
"laskuramppi dint"	%MD124	Dint	
"laskuramppi real"	%MD128	Real	

B

Network 29:

Laskurampin oloarvon skaalaus asetussivulle

DIV
Real

EN

OUT

END

%MD128
"laskuramppi
real"

%MD132
"laskuramppi
skaalattu"

10.0

Symbol	Address	Type	Comment
10.0	10.0	LReal	
"laskuramppi real"	%MD128	Real	
"laskuramppi skaalattu"	%MD132	Real	

C

Network 30:

Nousurampin ohjearvon skaalaus asetussivulta datablockille

MUL
Real

EN

OUT

END

%MD88
"ArvoNousu"

%MD144
"Arvonousu
skaalattu"

10.0

Symbol	Address	Type	Comment
10.0	10.0	LReal	
"ArvoNousu"	%MD88	Real	
"Arvonousu skaalattu"	%MD144	Real	

D

Network 31:

Arvonousun pyöristys dint muotoon

E

Owner

Operator

Designed By

Checked By

Approved By

Project name

Project Path

Location

Description 1st

Description 2nd

Full View

Date

23-Apr-14

Language

en-US

Version

Sheet

1 - 10

F

1

2

3

4

A

ROUND
Real to Dint

EN

%MD144
"Arvonousu skaalattu"

IN

OUT

%MD140
"arvonousu dint"

END

Symbol	Address	Type	Comment
"arvonousu dint"	%MD140	Dint	
"Arvonousu skaalattu"	%MD144	Real	

B

Network 32:

Arvonoususanan 16 vähiten merkitsevän bitin siirtäminen datablockiin

MOVE

EN

%MW142
"Arvonousun dntin 16lsb"

IN

OUT1

%DB1.DBW4
"Data_block_1".Pzd3out

END

Symbol	Address	Type	Comment
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB	
"Arvonousun dntin 16lsb"	%MW142	Word	
"Data_block_1".Pzd3out	%DB1.DBW4	Word	

C

Network 33:

Laskurampin arvon skaalaus

MUL
Real

EN

%MD136
"Arvolasku"

IN1

10.0

IN2

OUT

%MD148
"Arvolasku skaalattu"

END

Symbol	Address	Type	Comment
10.0	10.0	LReal	
"Arvolasku"	%MD136	Real	
"Arvolasku skaalattu"	%MD148	Real	

D

Network 34:

Laskurampin arvon pyöristys dintiksi

ROUND
Real to Dint

EN

%MD148
"Arvolasku skaalattu"

IN

OUT

%MD152
"arvolasku dint"

END

Symbol	Address	Type	Comment
"Arvolasku skaalattu"	%MD148	Real	
"arvolasku dint"	%MD152	Dint	

E

Owner

Operator

Designed By

Checked By

Approved By

Project name

Project Path

Location

Description 1st

Description 2nd

Full View

Date

23-Apr-14

Language

en-US

Version

Sheet

1 - 11

12

1

2

3

4

A

Symbol	Address	Type	Comment
"Arvolasku skaalattu"	%MD148	Real	
"arvolasku dint"	%MD152	DWord	

Network 35:

Laskurampin dint sanan 16 vähiten merkitsevän bitin siirtäminen datablockille

MOVE

EN

OUT1

END

IN

%MW154
"Arvolaskun
dintin 16lsb"

%DB1.DBW6
"Data_block_1".
pzd4out

Symbol	Address	Type	Comment
"Data_block_1"	%DB1	Block_DB	
"Arvolaskun dintin 16lsb"	%MW154	Word	
"Data_block_1".pzd4out	%DB1.DBW6	Word	

B

C

D

E

F

Owner	Project name	hhoikka.opparia.v2		Date	23-Apr-14
Operator	Project Path	C:\Users\Heke\Desktop\ltaiohjelma\hhoikka.opparia.v2			
	Location				
Designed By	Description 1st				
Checked By	Description 2nd	Language	en-US		
Approved By	1st View	Version	Sheet 1 - 12		